การกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต
กรณีศึกษาการคงคลังข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง

ปริญญานิพนธ์

ของ

กฤตกนก พาบุ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556

การกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต
กรณีศึกษาการคงคลังข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง

ปริญญานิพนธ์

ของ

กฤตกนก พาบุ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต
กรณีศึกษาการคงคลังข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง

บทคัดย่อ

ของ

กฤตกนก พาบุ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2556

กฤตกนก พาบุ. (2556). *การกำหนดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต กรณีศึกษาการคงคลังข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง*. ปริญญานิพนธ์ วศ.ม.(การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: อาจารย์ดร.วราธร ปัญญางาม, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์.

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการหาปริมาณสั่งซื้อข้าวเปลือกที่มีความสอดคล้องกับความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน กรณีสินค้าชนิดเดียว (Single Item Lot Sizing Problem) ด้วยวิธีแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing Model) และวิธีแบบฟัซซี่ (Fuzzy Dynamic Lot Sizing Model) เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการสั่งซื้อข้าวเปลือกของโรงสีกรณีศึกษา โดยมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายคงคลังรวมให้ต่ำที่สุด ในปัจจุบันโรงสีกรณีศึกษาใช้การวางแผนการสั่งซื้อตามความชำนาญและประสบการณ์ของผู้ทำการวางแผน ซึ่งวิธีการดังกล่าวนั้นไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอจึงส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายคงคลังต่อปีที่สูง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอตัวแบบการหาปริมาณการสั่งซื้อข้าวเปลือก 2 ตัวแบบ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการข้าวเปลือกหอมมะลิและราคาข้าวเปลือกหอมมะลิ ทำการพยากรณ์ความต้องการข้าวเปลือกและราคาข้าวเปลือกล่วงหน้า จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมจากกรณีศึกษามาวิเคราะห์หาขนาดการสั่งซื้อแบบพลวัต และวิธีแบบฟัซซี่ โดยกำหนดตัวเลขฟัซซี่สำหรับฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความต้องการข้าวเปลือกเป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal) และฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของราคาข้าวเปลือกเป็นแบบสามเหลี่ยม (Triangular) โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม LINGO เพื่อทำการหาคำตอบจากตัวแบบที่นำเสนอทั้ง 2 ตัวแบบ

จากผลการวิจัยพบว่า ต้นทุนค่าใช้จ่ายคงคลังรวมต่ำที่สุดที่ได้จากวิธีแบบพลวัตที่นำเสนอคือ 1,921,936,524.48 บาทต่อปี เปรียบเทียบกับต้นทุนจริงคือ 1,992,752,999.26 บาทต่อปี โดยลดลง 70,816,474.78 บาทต่อปี ซึ่งคิดเป็น 3.55% และวิธีแบบฟัซซี่ซึ่งแผนการสั่งซื้อที่ได้นั้นจะมีการสั่งซื้อข้าวตามระดับความต้องการที่กำหนดขึ้นจากลักษณะของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกและค่า α ซึ่งสามารถปรับหาคำตอบของแผนการสั่งซื้อที่มีความแตกต่างกันไปในสถานการณ์ต่างๆ ตามระดับของค่า α (ตั้งแต่ 0 ถึง 1) โดยระดับค่า α ต่ำนั้นจะมีการสั่งซื้อข้าวเปลือกในปริมาณน้อยและมีต้นทุนรวมที่ต่ำ ในทางกลับกันที่ระดับค่า α สูงนั้นจะมีการสั่งซื้อข้าวเปลือกในปริมาณมาก มีผลทำให้ต้นทุนรวมมีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งในสถานการณ์จริงนั้นไม่สามารถกำหนดค่าความต้องการและข้อมูลต้นทุนบางข้อมูลที่เป็นตัวเลขแน่นอนได้ ดังนั้นการพิจารณารูปแบบของตัวเลขฟัซซี่ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนนั้นมีความเหมาะสมมากกว่าวิธีแบบพลวัต นอกจากนั้นการปรับค่า α ยังช่วยให้สามารถวิเคราะห์หาแผนการสั่งซื้อที่เหมาะสมได้

DYNAMIC LOT SIZING MODEL: A CASE STUDY OF INVENTORY FOR PADDY IN RICE MILL

AN ABSTRACT

BY

KRITKANOK PHABU

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Master of Engineering Degree in Engineering Management

at Srinakharinwirot University

May 2013

Kritknaok Phabu. (2013).*Dynamic Lot Sizing Model: A Case Study of Inventory Paddy for Rice Mill.* Master thisis, M.Eng. (Engineering Management). Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Varathorn Punyangarm, Asst. Prof. Nilawan Chumrit.

This research proposes methods to solve lot sizing problem of rice mill with uncertain demand in case of single item lot sizing problem using dynamic lot sizing and fuzzy lot sizing model for reducing total inventory cost of the case study. At present, the rice mill which is the case study solves lot sizing problem by expertise and experience of the planner. This way is not efficient enough so yearly total inventory cost is still high.

So, in this research two lot sizing models for rice mill are proposed. Demand and price of rice mill are analyzed and forecasted to define forecasting price and forecasting demand. Then, all concerned data are analyzed and calculated to find dynamic lot size and fuzzy lot size. Fuzzy numbers for the membership function of demand are defined by trapezoidal membership function. Whereas, triangular membership function is assigned to unit price. LINGO solving software is also applied for computing the results of two proposed models.

We found that yearly total inventory cost obtained from the proposed dynamic lot sizing model is 1,921,936,524.48 baht. Whereas, real yearly total inventory cost of the case study is 1,992,752,999.26 baht. Total inventory cost of 70,816,474.78 baht per year, which is 3.45%, can be reduced using the proposed dynamic lot sizing model. By fuzzy lot sizing model, the obtained ordering plan is solved under different demand level defined by the membership function and level of α which can be adjusted for finding different alternative solutions depended on level of α (from 0 to 1). At the lower possible levels of α, ordering quantity and total inventory cost are low. Conversely, at the higher possible levels of α, ordering quantity is increased and total inventory cost is high accordingly. In reality, demand and some relevant costs cannot be defined by crisp. So, considering fuzzy number which is consistent to uncertainty in the model is more proper. Moreover, adjusting α can find the effective lot sizing plan.

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. วราธร ปัญญางาม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ ให้ความช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องทำให้ปริญญานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ไปด้วยดี ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ จนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นผลสำเร็จ

ขอขอบคุณเจ้าของ ผู้จัดการ และพนักงานโรงสีไฟมุ่งเจริญพร ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการทำวิจัย

ขอมอบความดีทั้งหมดให้แก่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนมา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือมาโดยตลอด

กฤตกนก พาบุ

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	2
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	3
	แนวคิดเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง	3
	การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ	11
	โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม	19
	การพยากรณ์	20
	ทฤษฎีฟัซซี่เซต	26
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	35
	ข้อมูลทั่วไป	35
	ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต	35
	ข้อมูลเกี่ยวกับข้าวเปลือกที่ใช้ในการผลิต	37
	ระบบการจัดซื้อจัดหาข้าวเปลือก	38
	ตัวแบบทางคณิตศาสตร์	39
	การพยากรณ์ราคาและปริมาณการใช้ข้าวเปลือก	41
	วิเคราะห์ผลของตัวแบบ	41
	การวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์	41
	ตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่	42
4	**ผลการดำเนินงานวิจัย**	44
	การเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงสี	44
	การพยากรณ์	46
	ค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ข้าวเปลือก	53
	การวิเคราะห์ผลจากตัวแบบการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยตัวแบบพลวัต	54

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4 (ต่อ)

วิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์..... 58

การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยตัวแบบฟัซซี่..... 65

5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 77

สรุปและข้อเสนอแนะ..... 77

บรรณานุกรม 80

ภาคผนวก 84

ภาคผนวก ก. 85

ภาคผนวก ข..... 96

ประวัติย่อผู้วิจัย..... 107

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 แสดงราคาข้าวเปลือก 36 เดือน 44
2 แสดงปริมาณยอดซื้อข้าวเปลือก 36 เดือน..... 45
3 แสดงรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ของโรงสีตัวอย่าง..... 46
4 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์เลือกตัวแบบตามเกณฑ์ความผิดพลาด..... 49
5 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์เลือกตัวแบบตามเกณฑ์ความผิดพลาด..... 53
6 แสดงค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและปริมาณข้าวเปลือกของปีตัวอย่าง..... 54
7 แสดงผลการใส่ข้อมูลค่าจริงปีปัจจุบันในโมเดล Dynamic Lot Sizing..... 56
8 แสดงผลการใส่ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน ในโมเดล Dynamic Lot Sizing 57
9 แสดงการวิเคราะห์ผลและการเปรียบเทียบต้นทุนคงคลังแบบที่นำเสนอกับโรงสี..... 58
10 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการสั่งซื้อ..... 60
11 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคา..... 62
12 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บ..... 64
13 แสดงความต้องการข้าว (x1,000 ตัน) และราคาข้าว (บาทต่อกิโลกรัม)..... 66
14 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0..... 69
15 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.1..... 69
16 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.2..... 70
17 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.3..... 70
18 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.4..... 71
19 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.5..... 71
20 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.6..... 72
21 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.7..... 72
22 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.8..... 73
23 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.9..... 73
24 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 1..... 74
25 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการสั่งซื้อด้วยวิธีแบบพลวัตและวิธีแบบฟัซซี่..... 76

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลัง ภายใต้นโยบายสินค้าคงคลังคลัง (T, Q).. 10
2 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลัง ภายใต้นโยบายสินค้าคงคลังคลัง (T, S).. 10
3 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลัง ภายใต้นโยบายสินค้าคงคลังคลัง (s, Q).. 11
4 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลัง ภายใต้นโยบายสินค้าคงคลังคลัง (s, S).. 11
5 ตัวแบบ EOQ..... 12
6 รอบเวลาในการสั่งสินค้าคงคลัง..... 13
7 ตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) กับตรรกะแบบฟัซซี่ (Fuzzy Logic)..... 26
8 แสดงความไม่แน่นอน (Uncertainty)..... 27
9 แสดงตัวอย่างเซตแบบฉบับ, ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในเซตผู้ที่แต่งงาน..... 28
10 โครงสร้างองค์กร..... 35
11 ขั้นตอนการสีข้าว..... 36
12 ข้าวเปลือกหอมมะลิ..... 37
13 ขั้นตอนการจัดซื้อข้าวเปลือกจากคนกลาง..... 38
14 ขั้นตอนการจัดซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร 39
15 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis)..... 47
16 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis) 47
17 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Exponential)..... 48
18 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition)..... 48
19 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition)..... 49
20 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบมีแนวโน้ม (Linear Trend)..... 50
21 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงผลคูณ (Multiplicative Decomposition)..... 51
22 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงผลบวก (Additive Decomposition)..... 51
23 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบฤดูกาลของ (Winter's Method)

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

23 (ต่อ) ด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive)..... 52

24 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบฤดูกาลของ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)..... 52

25 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนการสั่งซื้อ..... 59

26 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคา..... 61

27 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บ..... 63

28 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความต้องการข้าว 65

29 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของราคาข้าว..... 66

30 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและค่า α..... 74

31 แสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดการแบบพลวัต โดยใช้โปรแกรม LINGO..... 95

32 แสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดการแบบฟัซซี่ โดยใช้โปรแกรม LINGO..... 106

บทที่ 1
บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันความต้องการสินค้าของผู้บริโภคนั้นมีมากขึ้น และมีเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามภาวะตลาดโลกที่มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ผู้ผลิตที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคหรือผู้ซื้อได้ดีที่สุดนั้น จะเป็นผู้ที่สามารถแข่งขันได้ในสภาวะดังกล่าว นอกจากนี้กลไกดังกล่าวยังส่งผลให้ผู้บริโภคมีอำนาจต่อรองมากกว่าผู้ขายตามไปด้วย

หากจะกล่าวถึงสินค้าส่งออกของประเทศไทย ข้าวนั้นจัดเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศ ซึ่งกลไกราคาข้าวนั้นขึ้นอยู่กับการส่งออกเป็นหลัก โรงสีเป็นผู้ประกอบการที่สำคัญในวงจรธุรกิจข้าว โรงสีจะรับซื้อข้าวจากคนกลางและเกษตรกร อีกทั้งยังต้องดำเนินตามนโยบายของรัฐบาลยุคต่างๆ เช่น โครงการรับจำนำ โครงการประกันรายได้ เป็นต้น โรงสีต้องเผชิญกับภาวะการผันผวนของราคาจากกลไกตลาด แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นในมุมมองของผู้ผลิตหรือเกษตรกรย่อมมีความต้องการที่จะขายข้าวเปลือกให้ได้ในราคาสูง ดังนั้นผู้ผลิตหรือเกษตรกรมักจะทำการกักตุนข้าวเปลือกเพื่อรอช่วงเวลาที่ราคาข้าวในตลาดโลกเพิ่มสูงขึ้น หรือนำข้าวเปลือกมาเข้าร่วมโครงการรับจำนำข้าว จนเกิดการขาดแคลนข้าวเปลือกในบางช่วง โรงสีจึงต้องรับซื้อหรือสั่งซื้อข้าวเปลือกเป็นจำนวนมากในฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อป้องกันการขาดแคลนข้าวเปลือก อย่างไรก็ตามหากมีการสต๊อกข้าวเป็นจำนวนมากหรือการสั่งซื้อข้าวในช่วงเวลาที่ไม่เหมาะสม ก็จะส่งผลให้เกิดปัญหาหลายๆประการ เช่น ความชื้น การเน่าเสีย ต้นทุนการจัดเก็บ การบำรุงรักษา ดังนั้นการสต๊อกสินค้าหรือการรับซื้อข้าวในปริมาณที่ไม่เหมาะสม มักจะส่งผลให้ธุรกิจมีต้นทุนที่สูงขึ้นตามไปด้วย

การพยากรณ์ปริมาณความต้องการวัตถุดิบ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยทั่วไปวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) ของสินค้าคงคลังเมื่อความต้องการคงที่นั้นมักจะถูกนำมาใช้หาค่าการพยากรณ์ความต้องการสินค้าล่วงหน้า แต่อย่างไรก็ดี วิธีการดังกล่าวนั้นมักจะต้องอาศัยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดี ประกอบกับความต้องการสินค้าข้าวในตลาดโลกนั้นมีความผันผวนไม่คงที่ การหาปริมาณการสั่งซื้อด้วยวิธี EOQ นั้นจึงอาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสินค้าที่มีความต้องการไม่แน่นอนอย่างข้าว เมื่อเทียบกับวิธีการอื่น เช่น วิธีของแวกเนอร์-วิทธิน (Wagner-Whitin) และวิธีแบบฟัซซี่

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาลักษณะปัญหาสินค้าคงคลังข้าวที่มีความต้องการไม่แน่นอน กรณีสินค้าชนิดเดียว (Single Item) ของโรงสีตัวอย่าง ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดการรับซื้อหรือสั่งซื้อข้าวโดยขึ้นอยู่กับภาวะตลาด ทำให้มีสินค้าคงเหลือ ก่อให้เกิดต้นทุนการคงคลังสินค้า ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนการจัดเก็บ โดยต้นทุนดังกล่าวอาจไม่ใช่ค่าที่ต่ำที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อข้าวด้วยวิธีกำหนดการเชิงพลวัต

(Dynamic Lot Sizing) และวิธีการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ (Fuzzy Dynamic Lot Sizing) ที่มีต้นทุนการคงคลังสินค้าที่ต่ำที่สุด เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบกับวิธีการสั่งซื้อแบบดั้งเดิมของโรงสีตัวอย่าง

2. วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง ที่มีความสอดคล้องกับความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน กรณีสินค้าชนิดเดียว (Single Item Lot Sizing Problem) โดยวิธีกำหนดการสั่งซื้อแบบพลวัตและวิธีการสั่งซื้อแบบฟัซซี่

3. ขอบเขตงานวิจัย

ทำการศึกษาการสั่งซื้อข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง ซึ่งมีปริมาณความต้องการไม่คงที่

4. ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1 ศึกษาการรับซื้อข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่าง

4.2 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เช่น ทฤษฎีการพยากรณ์ ทฤษฎีสินค้าคงคลัง ทฤษฎีแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing) และการหาปริมาณการสั่งซื้อแบบฟัซซี่

4.3 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรงสีตัวอย่าง เช่น ข้อมูลการรับซื้อข้าวเปลือก ราคารับซื้อ ปริมาณที่รับซื้อ

4.4 วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโรงสีตัวอย่าง

4.5 พัฒนาวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมโดยวิธีกำหนดการสั่งซื้อแบบพลวัต

4.6 พัฒนาวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อโดยใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซต

4.7 วิเคราะห์และเปรียบเทียบวิธีที่นำเสนอทั้ง 2 วิธี

4.8 สรุปผลและเสนอแนะ

4.9 จัดทำรูปเล่ม

5. เครื่องมือในการดำเนินงาน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MINITAB 14 สำหรับการพยากรณ์ และ โปรแกรม LINGO 8 ในการวางแผนการสั่งซื้อทั้งแบบพลวัตและแบบฟัซซี่

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 เป็นแนวทางในการวางแผนการรับซื้อข้าวเปลือกให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

6.2 ลดปริมาณสินค้าคงเหลือ ปริมาณการจัดเก็บสินค้า และการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต

บทที่ 2
ทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการกำหนดขนาดการสั่งซื้อด้วยวิธีการพลวัตในโรงสีตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง
2. การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ
3. โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม
4. การพยากรณ์
5. ทฤษฎีฟัซซี่เซต
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง

1.1 ความหมายและความสำคัญของระบบสินค้าคงคลัง

เกี่ยวกับสินค้าคงคลัง มีผู้ให้ความหมายไว้หลายแนวทาง ดังนี้

สินค้าคงคลัง หมายถึง จำนวนสินค้าที่อยู่ภายใต้การดูแลรักษาของหน่วยงานและถูกเก็บไว้ในสภาพที่ไม่มีผลผลิต (Nonproductive) เพื่อจะนำไปใช้หรือขายตามที่ปรารถนาสินค้า ในที่นี้อาจหมายถึงวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชิ้นส่วนในกระบวนการผลิต (Work in process) หรือสินค้าสำเร็จรูป (Finished product) ก็ตาม (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล. 2536: 1)

สินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง วัสดุหรือสินค้าต่างๆ ที่ธุรกิจหรือองค์กรจัดหามาถือครองไว้เพื่อขายหรือจัดเตรียมไว้เพื่อป้อนเข้าหรือจัดส่งเข้าสู่ระบบการผลิต โดยทั่วไปจะมีมูลค่าอยู่ระหว่าง 20-60 เปอร์เซ็นต์ ของทรัพย์สินหมุนเวียน (พิภพ ลลิตาภรณ์. 2552: 2)

สินค้าคงคลัง (Inventory) จัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนชนิดหนึ่ง ซึ่งกิจการต้องมีไว้เพื่อขายหรือผลิต การจัดซื้อสินค้าคงคลังมาในคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการ ปริมาณเพียงพอ ราคาเหมาะสม ทันเวลาที่ต้องการ โดยซื้อจากผู้ขายที่ไว้วางใจได้ และนำส่งยังสถานที่ที่ถูกต้องตามหลักการการจัดซื้อที่ดีที่สุด (Best Buy) เป็นจุดเริ่มต้นของการบริหารสินค้าคงคลัง (การจัดการคลังสินค้า. 2555: ออนไลน์)

นอกจากนี้ สินค้าคงคลัง ในมุมมองของผู้จัดวางสินค้า หมายถึง วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและยังไม่เสร็จซึ่งยังไม่ได้ขาย เหล่านี้ถือว่าเป็นสินทรัพย์สภาพคล่องเนื่องจากพวกเขาสามารถแปลงเป็นเงินสดได้ง่ายมาก มีวิธีการต่างๆของมูลค่าสินทรัพย์เหล่านี้มีแต่ที่จะอนุรักษ์ค่าต่ำสุดมักจะใช้ในงบการเงิน และในมุมมองขอผู้ซื้อหลักทรัพย์โดยนายหน้าหรือตัวแทน

จำหน่ายเพื่อขาย สำหรับรอบระยะเวลาที่โบรกเกอร์หรือตัวแทนจำหน่ายหลักทรัพย์ถือหุ้นในสินค้าคงคลังกับหลักทรัพย์ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงราคา (การจัดการคลังสินค้า. 2555: ออนไลน์)

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า สินค้าคงคลัง หมายถึง สินค้า วัสดุการผลิต ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หรือวัสดุอื่นๆ ที่ธุรกิจจัดซื้อมาเพื่อการจำหน่าย หรือผลิต หรือบริการตามความต้องการของธุรกิจ ถือว่าเป็นสินทรัพย์ที่หมุนเวียนของธุรกิจ ตามปกติแล้วสินค้าคงคลังจะรักษาไว้ที่ 20-60 เปอร์เซ็นต์

สินค้าคงคลัง เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับธุรกิจ เพราะจัดเป็นสินทรัพย์หมุนเวียนรายการหนึ่งซึ่งธุรกิจพึงมีไว้เพื่อให้การผลิตหรือการขาย สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การมีสินค้าคงคลังมากเกินไปอาจเป็นปัญหากับธุรกิจ ทั้งในเรื่องต้นทุนการเก็บรักษาที่สูง สินค้าเสื่อมสภาพ หมดอายุ ล้าสมัย ถูกขโมย หรือสูญหาย นอกจากนี้ยังทำให้สูญเสียโอกาสในการนำเงินที่จมอยู่กับสินค้าคงคลังนี้ไปหาประโยชน์ในด้านอื่นๆ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าธุรกิจมีสินค้าคงคลังน้อยเกินไปก็อาจประสบปัญหาสินค้าขาดแคลนไม่เพียงพอ (Stock out) สูญเสียโอกาสในการขายสินค้าให้แก่ลูกค้า เป็นการเปิดช่องให้แก่คู่แข่งขัน และก็อาจต้องสูญเสียลูกค้าไปในที่สุด นอกจากนี้ถ้าสิ่งที่ขาดแคลนนั้นเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ การดำเนินงานทั้งการผลิตและการขายก็อาจต้องหยุดชะงัก ซึ่งอาจส่งผลต่อภาพลักษณ์ของธุรกิจในอนาคตได้ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของผู้ประกอบการในการจัดการสินค้าคงคลังของตนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่มาก หรือน้อยจนเกินไป เพราะการลงทุนในสินค้าคงคลังต้องใช้เงินจำนวนมาก และอาจส่งผลกระทบถึงสภาพคล่องของธุรกิจได้

การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management) เป็นหลักเกี่ยวกับการระบุขนาดและตำแหน่งของสินค้าอ้างอิง การจัดการสินค้าคงคลังเป็นสิ่งจำเป็นในสถานที่ที่แตกต่างกันภายในห้องหรือภายในสถานที่ที่หลายเครือข่ายอุปทาน เพื่อปกป้องการดำเนินตามปกติและการวางแผนการผลิตกับการสูญเสียวัสดุหรือสินค้า ขอบเขตของการจัดการสินค้าคงคลังเกี่ยวข้องกับเวลาการรับแบกค่าใช้จ่ายของสินค้าคงคลัง การจัดการสินทรัพย์ การพยากรณ์สินค้าคงคลัง การประเมินมูลค่าสินค้าคงคลัง การมองเห็นสินค้าคงคลังสินค้าคงคลัง การคาดการณ์ในอนาคตของราคาสินค้าคงคลัง พื้นที่ทางกายภาพสำหรับสินค้าคงคลัง การจัดการคุณภาพการเติมเต็ม ผลตอบแทนและสินค้าที่มีข้อบกพร่องและการพยากรณ์ความต้องการ (การจัดการคลังสินค้า. 2555: ออนไลน์)

วัตถุประสงค์ของการควบคุมระบบของคงคลัง คือ เพื่อหาแนวทางในการกำหนดจำนวน ของคงคลังที่มีอยู่ให้เพียงพอแก่ความต้องการหรืออุปสงค์โดยที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการวิเคราะห์ว่าเวลาใดที่ควรทำการสั่งซื้อของคงคลังมาเพิ่ม และควรสั่งซื้อเป็นปริมาณ เท่าใด (Tersine, 1994), (Winston, 1994) และ (Anderson et al., 1997)

1.2 ประเภทของสินค้าคงคลัง

ประเภทของสินค้าคงคลัง มีการแบ่งไว้หลายแนวทาง ดังนี้

ประเภทของสินค้าคงคลังตามลักษณะของสินค้า แบ่งเป็น 4 ประเภท (Heizer และ Render, 2004)

1. สินค้าคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ (Raw Material Inventory) สินค้าที่ซื้อเข้ามา เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับซัพพลายเออร์ ดังนั้นควรเลือกซัพพลายเออร์ที่มีความแน่นอนในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณ และความตรงต่อเวลาในการจัดส่ง

2. สินค้าคงคลังระหว่างการผลิต (Work-in-Process (WIP) Inventory) สินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตมาบ้างแล้วแต่ยังไม่เสร็จสิ้นครบตามกระบวนการผลิตซึ่งต้องรอเข้ากระบวนการถัดไปเพื่อให้ครบรอบเวลาของการผลิต (Cycle Time)

3. สินค้าคงคลังประเภทอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุง Maintenance/Repair/Operating (MROs) กลุ่มสินค้าประเภทอะไหล่และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องมีสำรองไว้เพื่องานซ่อมบำรุงทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะอะไหล่ขาดแคลนหรือหาซื้อไม่ได้ในยามที่อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย

4. สินค้าคงคลังประเภทสินค้าสำเร็จรูป (Finished Good Inventory) กลุ่มสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายแล้วมีความพร้อมที่จะส่งขายทันทีทำการเก็บรักษาเพื่อสำรองไว้ขายให้ลูกค้าได้ตลอดเวลาและนับว่าเป็นทรัพย์สินของบริษัท

5. สินค้าคงคลังที่อยู่ในระหว่างการกระจายสินค้า (Distribution Inventory) เป็นสินค้าคงคลังที่อยู่กระบวนการกระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปยังลูกค้า ซึ่งอาจจะเป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้าย หรือ โรงงานที่จะนำเอาสินค้าคงคลังนั้นไปแปรรูปต่อได้ เช่น ดอกทิวลิปจากเนเธอร์แลนด์ สินค้าแฟชั่นจากอิตาลี หรือเหล็กเส้นจากรัสเซีย เป็นต้น (ธนัญญา วสุศรี. 2551: 6)

นอกจากนี้ Lambert และStock. (2001) ได้แบ่งประเภทของสินค้าคงคลังในเส้นทางของระบบโลจิสติกส์ เป็น 6 ประเภท คือ

1. สินค้าที่เก็บตามรอบ (Cycle Stock) สินค้าที่เก็บตามรอบเป็นสินค้าที่มีไว้เติมสินค้าที่ขายไปหรือสินค้าที่ใช้ไปในการผลิต ซึ่งสินค้าประเภทนี้จะเก็บไว้เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าภายในเงื่อนไขที่มีความแน่นอน คือ อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความต้องการสินค้าและช่วงเวลารอคอยในการสั่งคงที่และทราบล่วงหน้า ซึ่งจะต้องสามารถพยากรณ์ความต้องการสินค้าได้แน่นอน เนื่องจากมีการกำหนดไว้แล้วว่าความต้องการสินค้าและช่วงเวลารอคอยคงที่และทราบล่วงหน้า ดังนั้นการกำหนดวันให้สินค้าในแต่ละรอบมาถึงจะตรงกับเวลาที่สินค้าชิ้นสุดท้ายหมดพอดี ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุดจะไม่เกินปริมาณที่สั่งซื้อไปในแต่ละครั้ง โดยที่ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อ

2. สินค้าคงคลังระหว่างทาง (In-transit Inventories) สินค้าคงคลังระหว่างทางเป็นสินค้าที่อยู่ระหว่างการลำเลียงจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่งซึ่งสินค้าเหล่านี้อาจจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบ (Cycle Stock) แม้ว่าสินค้าเหล่านี้จะยังไม่สามารถขายหรือ

ขนส่งในลำดับต่อไปจนกว่าสินค้านั้นจะไปถึงผู้ที่สั่งสินค้านั้นเสียก่อน ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าของต้นทางควรจะรวมต้นทุนของสินค้าคงคลังระหว่างทางไว้ด้วย เนื่องจากสินค้าเหล่านี้ยังไม่สามารถขายหรือนำไปใช้ที่จุดหมายปลายทางได้

3. สินค้าคงคลังสำรองหรือสินค้ากันชน (Safety or Buffer Stock) สินค้าคงคลังสำรองหรือสินค้ากันชนเป็นสินค้าจำนวนหนึ่งที่เก็บไว้เกินจากจำนวนสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบปกติ เนื่องจากความไม่แน่นอนในความต้องการสินค้าหรือช่วงเวลารอคอย ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณการสั่งซื้อตามปกติบวกกับปริมาณสินค้าคงคลังสำรอง

4. สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร (Speculative Stock) สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไรเป็นการเก็บสินค้าคงคลังเผื่อไว้โดยมีเหตุผลในการเก็บมากกว่าเพียงแค่การเตรียมไว้สำหรับความต้องการในปัจจุบัน เช่น การสั่งซื้อวัตถุดิบจำนวนมากกว่าปกติเพื่อต้องการส่วนลดหรือมีการพยากรณ์ว่าวัตถุดิบจะมีการขึ้นราคา หรือขาดแคลนในอนาคต หรือการสั่งซื้อสินค้าเนื่องจากมีแนวโน้มว่าโรงงานของซัพพลายเออร์จะมีการสไตรค์เกิดขึ้น นอกจากนั้นการประหยัดจากการผลิต (Production Economies) ทำให้ต้องมีการผลิตสินค้าในแต่ละช่วงในปริมาณที่มากกว่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาดังกล่าว

5. สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาล (Seasonal Stock) สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาลเป็นรูปแบบหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร โดยเป็นการสะสมสินค้าคงคลังไว้จำนวนหนึ่งก่อนที่ฤดูกาลของการขายสินค้าจะมาถึง สินค้าประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผลิตผลทางการเกษตรหรือผลิตผลตามฤดูกาล ฯลฯ อนึ่ง อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับแฟชั่น (Fashion Industry) จัดเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าตามฤดูกาลโดยจะมีการสต็อกสินค้ารุ่นใหม่เพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าในแต่ละฤดูกาลที่กำลังจะมาถึง

6. สินค้าไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) สินค้าประเภทนี้เป็นสินค้าที่กิจการเก็บไว้และไม่มีความต้องการสินค้าเกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นสินค้าล้าสมัย เสื่อมสภาพ หรือเป็นสินค้าตกค้างอยู่ในคลังสินค้าแห่งใดแห่งหนึ่ง ถ้าเป็นกรณีหลังการขนส่งสินค้าที่ตกค้างไปยังคลังสินค้าแห่งอื่น เพื่อป้องกันการเสื่อมของสินค้าหรือการนำมาขายลดราคาหน้าโรงงานอาจจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

สรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของสินค้าคงคลังสามารถแบ่งได้หลายวิธี ได้แก่ การแบ่งตามลักษณะของสินค้า แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ 1) สินค้าคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ 2) สินค้าคงคลังระหว่างการผลิต 3) สินค้าคงคลังประเภทอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุง 4) สินค้าคงคลังประเภทสินค้าสำเร็จรูป และ 5) สินค้าคงคลังสำหรับการซ่อมบำรุง และการแบ่งตามเส้นทางของระบบโลจิสติกส์แบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ 1) สินค้าที่เก็บตามรอบ 2) สินค้าคงคลังระหว่างทาง 3) สินค้าคงคลังสำรองหรือสินค้ากันชน 4) สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร 5) สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาล และ 6) สินค้าไม่เคลื่อนไหว

1.3 ต้นทุนของสินค้าคงคลัง

ในการบริหารสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและรักษาระดับการให้บริการ มีต้นทุนเกิดขึ้นจากการบริหารสินค้าคงคลัง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ (ธนัญญา วสุศรี และวลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์. 2551: 7-8)

1.3.1 ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเพื่อให้ได้วัตถุดิบชิ้นส่วนประกอบ หรือสินค้าสำเร็จรูปต่างๆ ต้นทุนประเภทนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งซื้อ และคำนวณออกมาในรูปของจำนวนเงินต่อการสั่งซื้อต่อครั้ง (บาท/จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ) และต้นทุนนี้จะกำหนดให้เป็นค่าคงที่ ไม่ว่าจะมีการสั่งซื้อเป็นปริมาณเท่าใดแต่จะแปรผันตามจำนวนครั้งในการสั่งซื้อ ดังนั้นการสั่งซื้อด้วยปริมาณครั้งละมากๆ จะทำให้ต้นทุนสินค้าต่อหน่วยต่ำ

1.3.2 ต้นทุนในการสั่งผลิต (Set up Costs) มีลักษณะเหมือนกับต้นทุนในการสั่งซื้อ แต่เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการสั่งผลิตใหม่ และเช่นเดียวกัน เราสามารถประยุกต์ใช้เน้นทุนฐานกิจกรรมในการวิเคราะห์หาต้นทุนในการสั่งผลิตที่ถูกต้อง โดยต้นทุนการสั่งผลิตนี้ประกอบด้วยต้นทุนในการจัดตารางการผลิต ต้นทุนในการจัดเตรียมเอกสารเกี่ยวกับคำสั่งงาน การอนุมัติการผลิต และต้นทุนการปรับตั้งเครื่องจักร เช่น เครื่องทอผ้า ที่ต้องวางเข็มการทอใหม่ หรือ การทำความสะอาดท่อและหัวจ่ายน้ำมันหล่อลื่น เพื่อป้องกันการเจือปนของน้ำมันหล่อลื่นของกระบวนการบรรจุก่อนหน้านี้ในกระบวนการบรรจุใหม่ เป็นต้น

1.3.3 ต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Holding Costs) คือต้นทุนที่เกิดจากบริษัทจัดหาสินค้าคงคลังเข้ามาเก็บไว้ ต้นทุนประเภทนี้จะแปรผันโดยตรงต่อขนาดของสินค้าคงคลัง ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับเครื่องมือและสิ่งอำนวยความสะดวก ในการจัดให้มีสินค้าคงคลัง ค่าประกันภัย ค่าของเสียหาย ค่าสูญเสียจากการที่สินค้าล้าสมัย ค่าเสื่อมคลังสินค้า และต้นทุนในการสูญเสียโอกาสของเงินทุนที่จมอยู่กับสินค้าคงคลัง เป็นต้น ดังนั้นการมีสินค้าคงคลังอยู่ในระดับต่ำเท่าใด ก็จะยิ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดให้มีของคงคลังมากขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะตรงกันข้ามกับต้นทุนในการสั่งซื้อหรือต้นทุนในการสั่งผลิตที่จะมีต้นทุนต่อหน่วยต่ำเมื่อมีการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตเป็นจำนวนมาก

1.3.4 ต้นทุนที่เกิดจากของขาดแคลน (Shortage Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในกรณีที่มีสินค้าไม่เพียงพอสำหรับขายหรือจำหน่าย ทำให้บริษัทขาดรายได้ที่ควรจะได้จากการขายสินค้านั้น และยิ่งกว่านั้นอาจจะทำให้ขาดความเชื่อถือจากลูกค้าจนทำให้สูญเสียลูกค้าให้กับคู่แข่งไป และส่วนของวัตถุดิบนั้น ถ้ามีไม่เพียงพอสายการผลิตอาจจะหยุดชะงักถ้าหากไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทัน

1.4 ระบบการจัดการสินค้าคงคลัง

รูปแบบหรือระบบการจัดการสินค้าคงคลังเมื่อแบ่งตามข้อจำกัดในการสั่งซื้อว่าสามารถที่จะสั่งซื้อสินค้าซ้ำได้อีกหรือไม่ในกรณีที่ความต้องการสินค้าจริงมีมากกว่าปริมาณที่สั่งมาในครั้งแรก จนทำให้มีสินค้าไม่พอใช้หรือไม่พอขายนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ ได้แก่ (อัศม์เดช วานิชชินชัย. 2555: ออนไลน์)

1.4.1 Multi Period Inventory Model เป็นระบบที่สามารถสั่งซื้อสินค้าคงคลังมาเพิ่มได้ หากสั่งสินค้ามาน้อยเกินไปจนมีสินค้าไม่พอขาย ในทางตรงกันข้ามหากสั่งสินค้ามามากเกินไปจนมีสินค้าเหลือก็สามารถเก็บไว้ขายได้เรื่อยๆ โดยไม่มีความเสียหายหรือไม่มีข้อจำกัดด้านช่วงเวลาในการใช้หรือขายสินค้ามากนัก ระบบการจัดการสินค้าคงคลังแบบนี้สามารถใช้ได้กับสินค้าส่วนใหญ่ทั่วๆไป เช่น เครื่องเขียน อุปกรณ์สำนักงาน สบู่ แชมพู ยาสีฟัน อาหารกระป๋อง เครื่องนุ่งห่ม อะไหล่รถยนต์ ฯลฯ

1.4.2 Single Period Inventory Model เป็นระบบที่สามารถสั่งสินค้าคงคลังได้เพียงแค่ครั้งเดียว หากสั่งสินค้ามาน้อยเกินความต้องการของลูกค้าก็จะไม่สามารถสั่งเพิ่มได้อีก (หรือสั่งมาเพิ่มได้ไม่ทันความต้องการของลูกค้า) ทำให้เสียโอกาสในการขาย ในทางตรงกันข้ามหากสั่งสินค้ามามากเกินความต้องการจนใช้หรือขายไม่หมดเหลือเป็นสต๊อกก็จะเกิดเป็นความเสียหายหรือต้นทุนจากการสั่งสินค้าคงคลังมากเกินไป เช่น สินค้าหมดอายุ เสื่อมความนิยม หมดคุณค่า ฯลฯ ระบบการจัดการสินค้าคงคลังแบบนี้มักใช้กับสินค้าที่มีข้อจำกัดด้านเวลา เช่น ตัวสินค้าเองมีอายุการใช้งานในช่วงสั้นๆ หรือความต้องการของลูกค้ามีเพียงช่วงสั้นๆ หรือเป็นเทศกาล เช่น หนังสือพิมพ์รายวัน ขนม หรืออาหารสด ที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (Short Shelf life)

จากข้อจำกัดข้างต้นทั้งที่เป็นปัจจัยภายในตัวสินค้าเอง (Internal Factor) เช่น คุณลักษณะของสินค้าที่มีอายุสั้น และปัจจัยภายนอก (External Factor) เช่น สภาพตลาดที่เป็นฤดูกาลและความต้องการของลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้สินค้าที่ต้องการการจัดการแบบ Single Period Inventory Model นั้นจัดการได้ยากกว่าสินค้าที่ต้องการการจัดการแบบ Multi Period Inventory Model มาก เพราะเมื่อสั่งซื้อสินค้าประเภทนี้ผิดพลาดแล้วจะไม่มีโอกาสแก้ตัวไม่สามารถสั่งซื้อเพิ่มหรือเก็บสินค้าไว้ขายต่อได้ ทำให้เกิดความเสียหายมากกว่าสินค้าที่สั่งซื้อแบบ Multi Period Inventory Model ที่เมื่อผิดพลาดแล้วสามารถสั่งซื้อเพิ่มหรือเก็บสินค้าไว้ขายต่อได้ ดังนั้นสินค้าที่ต้องการการจัดการแบบ Single Period Inventory Model จึงต้องการการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดความเสียหายและทำให้ต้นทุนในการจัดการต่ำที่สุด

1.5 การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับวัสดุคงคลัง

ปัญหาวัสดุคงคลังเกิดขึ้นเมื่อมีความจำเป็นต้องสำรองหรือคงคลังวัตถุดิบหรือสินค้าเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ แทบจะทุก ๆ ธุรกิจต้องมีการคงคลังสินค้าเพื่อประกันว่าธุรกิจนั้นจะสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ในการคงคลังสินค้าจะต้องไม่ให้มีจำนวนมากเกินไปหรือน้อยเกินไป เพราะว่าถ้าคงคลังสินค้ามากเกินไปก็จะมีผลเสียต้นทุนในการคงคลังสินค้ามากและทำให้เกิดภาวะต้นทุนจม ถ้าคงคลังจำนวนน้อยก็จะเสี่ยงต่อการที่สินค้าไม่เพียงพอกับความต้องการ ทำให้ธุรกิจดำเนินการได้ไม่ต่อเนื่องและจะเกิดการสูญเสียตามมา จึงต้องมีการวิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมที่สุด ในการแก้ปัญหาวัสดุคงคลัง จะต้องมีการตัดสินใจพื้นฐาน 2 อย่าง คือ (วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2542: 313)

1.จะสั่งซื้อสินค้าจำนวนเท่าไร (Order Quantity)

2.จะสั่งซื้อใหม่ (Reorder Point) คือจะสั่งซื้อสินค้าเมื่อไร และสั่งซื้อเมื่อระดับวัสดุคงคลังเมื่อไร

ในการตัดสินใจนี้จะต้องมีค่าใช้จ่ายต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่นในการสั่งซื้อสินค้าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อสินค้า (Purchasing Cost) ค่าใช้จ่ายส่วนนี้จะเกิดขึ้นกับจำนวนสินค้าที่ซื้อ ค่าใช้จ่ายคงตัว (Setup Cost) ซึ่งจะเกิดขึ้นทุกครั้งเมื่อมีการสั่งซื้อ เมื่อมีวัสดุคงคลังจะเสียค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า (Holding Cost) และถ้าสินค้ามีไม่เพียงพอกับความต้องการหรือสินค้าขาดมือก็จะเกิดการสูญเสียค่าใช้จ่าย (Shortage Cost หรือ Penalty Cost) ในการตัดสินใจจึงต้องหาหนทางที่ดีที่สุดว่าจะสั่งสินค้าเมื่อไรและสั่งจำนวนเท่าไร จึงจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

1.6 ชนิดของตัวแบบวัสดุคงคลัง

ตัวแบบวัสดุคงคลังอาจแยกตามลักษณะความต้องการวัสดุ (Demand) คือความต้องการเป็นแบบแน่นอน (Deterministic Demand) จำแนกได้ 2 แบบ คือ 1) แบบสถิต (Static) คืออัตราความต้องการคงที่ตลอด หรือแบบพลวัต (Dynamic) คือความต้องการแน่นอนในช่วงเวลาหนึ่ง แต่ความต้องการนี้แปรเปลี่ยนตามช่วงเวลา ถ้าเป็นความต้องการแบบความน่าจะเป็น (Probability Density Function) ของความต้องการไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา และ 2) แบบไม่หยุดนิ่ง (Non stationary) ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของความต้องการแปรเปลี่ยนตามเวลา สำหรับความต้องการแน่นอนแบบสถิตเกิดได้ยากในชีวิตจริง แต่อาจจะใช้กรณีที่ต้องการทำให้สถานการณ์ง่ายขึ้น เช่น ถ้าความต้องการสินค้าอย่างหนึ่งเปลี่ยนแปลงวันต่อวันน้อยมาก เราอาจจะไม่สนใจการเปลี่ยนแปลงนั้น โดยสมมติว่าเป็นความต้องการแน่นอนแบบสถิต ความต้องการที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงส่วนมากจะมีการแจกแจงแบบไม่หยุดนิ่งของความน่าจะเป็น ซึ่งในการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์จะซับซ้อนที่สุด (วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2542: 313-314)

1.7 นโยบายวัสดุคงคลัง

วัตถุประสงค์ทางการบริหารวัสดุคงคลัง คือการกำหนดระดับวัสดุคงคลังให้เหมาะสมเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมีค่าต่ำสุด ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นอยู่กับเมื่อไรจะจัดหาสินค้า และปริมาณสินค้าที่จัดหามีจำนวนเท่าไร ดังนั้นนโยบายวัสดุคงคลังจึงเป็นการกำหนดว่าเมื่อไรจะจัดหาสินค้าและปริมาณสินค้าที่จะจัดหาจะมีจำนวนเท่าไร ในทางปฏิบัตินโยบายวัสดุคงคลังอาจกำหนดขึ้นมาได้หลายรูปแบบมากมาย (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล. 2536: 15-17) เพื่อความสะดวกในการกำหนดนโยบายวัสดุคงคลัง ผู้ศึกษาในปัญหาวัสดุคงคลังจึงนิยมที่นิยามสัญลักษณ์ดังนี้

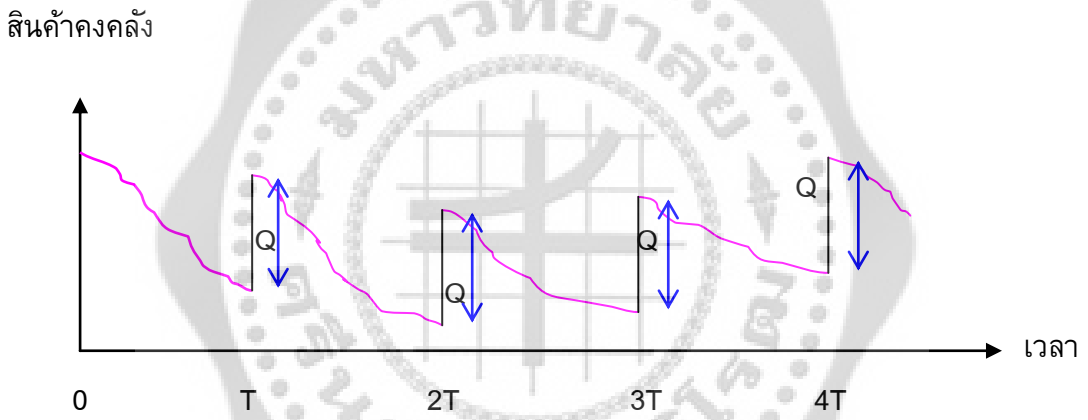
S = ระดับวัสดุคงคลังสูงสุด เป็นระดับวัสดุคงคลังที่อาจเกิดขึ้นไปถึงได้

s = ระดับวัสดุคงคลังที่ต้องทำการจัดหาสินค้า

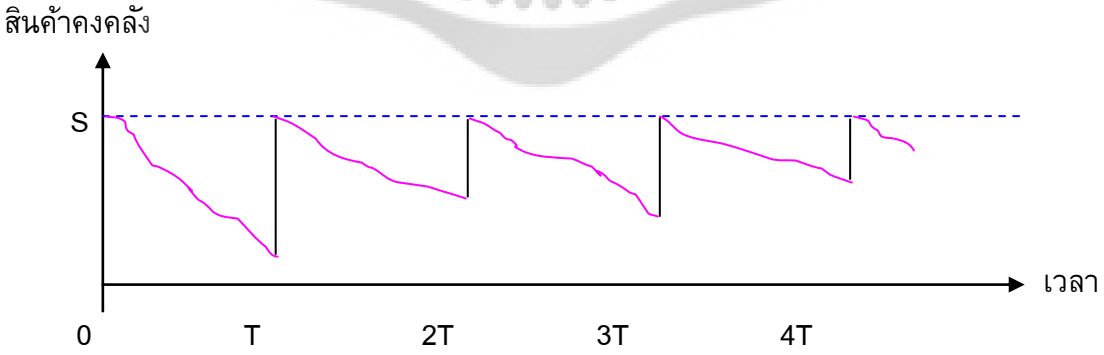
Q= ปริมาณสินค้าที่จะจัดหาในการจัดหาครั้งหนึ่งๆ

T= ระยะระหว่างการจัดหาสินค้า 2 ครั้งที่ติดกัน

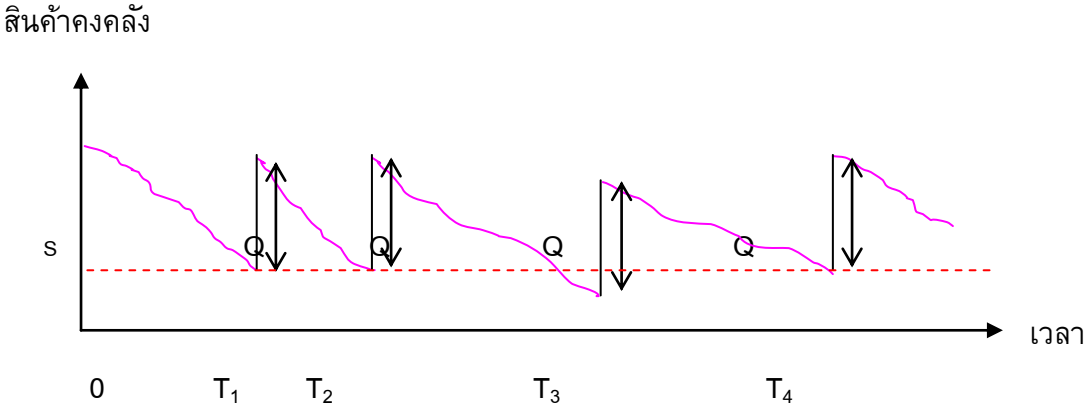
นโยบายวัสดุคงคลังที่รู้จักกันแพร่หลายจะอยู่ในรูปแบบ (*, **) โดย * หมายถึงจุดที่มีการจัดหาสินค้า และ ** แสดงถึงจำนวนที่เกี่ยวข้องกับสินค้าที่จัดหา ซึ่งอาจเป็นการระบุจำนวนสินค้าโดยตรง หรือระบุระดับวัสดุคงคลังที่ต้องการให้กลับขึ้นไปอยู่เมื่อมีการจัดหาสินค้าก็ได้ เช่น นโยบายวัสดุคงคลัง (T, Q) หมายถึงจะมีการจัดหาสินค้าทุกๆ T หน่วยเวลา โดยปริมาณสินค้าที่จะจัดหาในแต่ละครั้งจะเท่ากับ Q หน่วย นโยบายสินค้าคงคลัง (T, S) หมายถึง จะมีการจัดหาสินค้าทุกๆ T หน่วยเวลา เพื่อให้ระดับสินค้ากลับขึ้นไปอยู่ S หน่วย นโยบายสินค้าคงคลัง (s, Q) เป็นนโยบายที่กำหนดให้มีการจัดหาสินค้า เมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับ s หน่วย หรือต่ำกว่า และปริมาณสินค้าที่จัดหาในครั้งหนึ่งๆ จะมีจำนวนเท่ากับ Q นโยบายวัสดุคงคลัง (s, S) จะกำหนดให้มีการจัดหาสินค้าเมื่อระดับวัสดุคงคลังลดลงมาถึงระดับ s หรือต่ำกว่า และปริมาณสินค้าที่จัดหาจะมีจำนวนเพื่อดึงระดับวัสดุคงคลังกลับขึ้นไปอยู่ระดับ S หน่วย เป็นต้น หากพิจารณาอย่างผิวเผินอาจจะไม่เห็นถึงความแตกต่างในนโยบายวัสดุคงคลังระหว่างรูปแบบต่างๆ



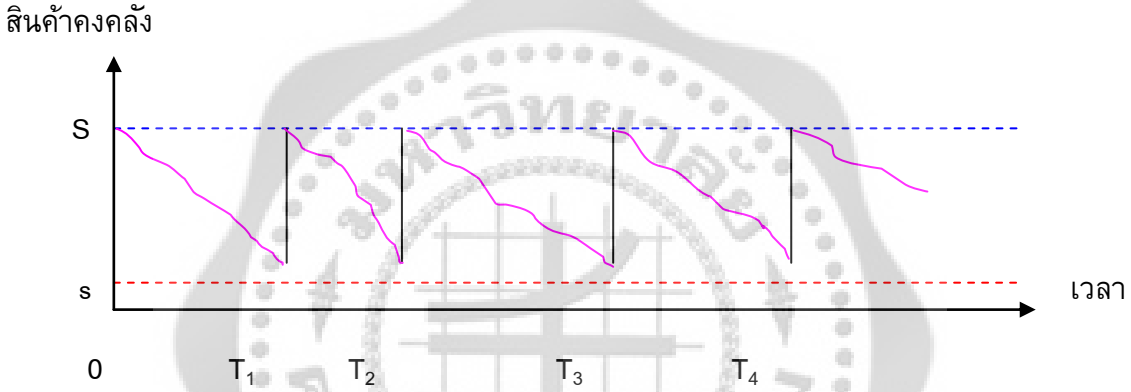
ภาพประกอบ 1 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลัง ภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง (T, Q)



ภาพประกอบ 2 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง (T, S)



ภาพประกอบ 3 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง (s, Q)



ภาพประกอบ 4 แสดงการเคลื่อนไหวของระดับสินค้าคงคลังภายใต้นโยบายสินค้าคงคลัง (s, S)

ที่มา: วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล. (2536). ทฤษฎีสินค้าคงคลัง. หน้า 16

นโยบายสินค้าคงคลังแบบ (T, Q) และ (T, S) มีระบบการบริหารที่ง่าย เวลาการจัดหาสินค้าถูกกำหนดไว้แน่ชัด ทำให้สามารถกำหนดแผนการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน ส่วนระบบสินค้าคงคลังที่ใช้นโยบายสินค้าคงคลังแบบ (s, S) และ (s, Q) จะต้องตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังตลอดเวลา หากระดับสินค้าคงคลังได้ลดลงมาถึงระดับ s หน่วย จะต้องดำเนินการจัดหาสินค้าเพิ่มเติมทันที ในกรณีที่อุปสงค์เป็นตัวแปรสุ่ม เวลาการจัดหาสินค้าในแต่ละครั้งก็จะมีความไม่แน่นอน ดังนั้นจึงควรพิจารณาความเหมาะสมที่จะนำนโยบายสินค้าคงคลังมาประยุกต์ใช้

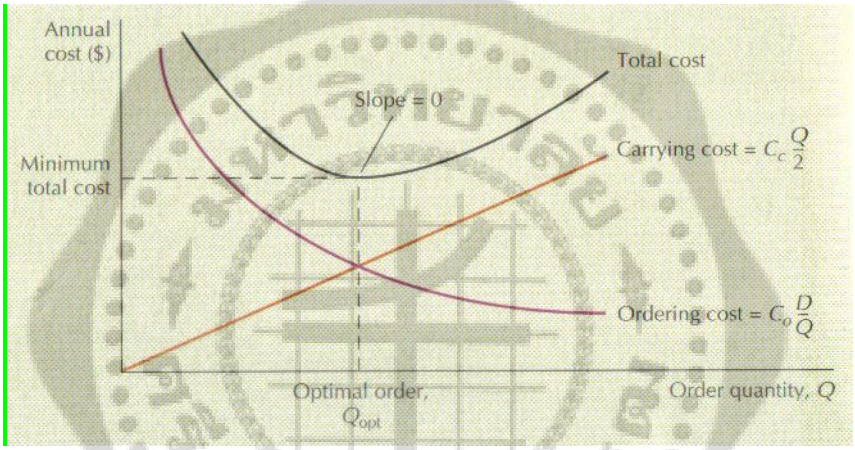
2. การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อ

2.1 ระบบวัสดุคงคลังประเภทรายการเดียว

ระบบวัสดุคงคลังประเภทสินค้ารายการเดียว เป็นระบบพื้นฐานที่จะนำพาไปสู่การพัฒนาระบบวัสดุคงคลังประเภทอื่น ลักษณะของระบบวัสดุคงคลังประเภทเดียว คือมีการพิจารณาวัสดุคงคลังเพียงรายการเดียวจากแต่ละแหล่งจำหน่ายหรือแหล่งผลิตและถูกส่งไปจัดเก็บในคลัง

เฉพาะของแต่ละวัสดุไม่มีการจัดเก็บรวมกัน ดังนั้นเทคนิคการกำหนดขนาดการสั่งซื้อส่วนใหญ่จึงตั้งอยู่ภายใต้สมมติฐานของระบบวัสดุคงคลัง ประเภทรายการเดียว คือมีการพิจารณาสั่งซื้อวัสดุครั้งละรายการเท่านั้น ซึ่งเทคนิคการกำหนดขนาดการสั่งซื้อต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ – Economic Order Quantity) เป็นตัวแบบที่นำมาใช้ในการหาปริมาณการสั่งที่เหมาะสม ถูกคิดค้นขึ้นในปี 1915 โดย Ford Harris ซึ่งตัวแบบ EOQ นั้นจะเป็นการมุ่งเน้นที่จะลดผลรวมของต้นทุน 2 ประเภทให้ต่ำที่สุด คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อวัสดุ (Ordering cost) และต้นทุนในการจัดเก็บวัสดุ (Carrying cost) (สุปัญญา ไชยชาญ. 2543: 146-147, Russell and Taylor. 2006: 598-599, M. Khouja แล S. Park. 2003) ซึ่งตัวแบบ EOQ นั้นสามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ตัวแบบ EOQ

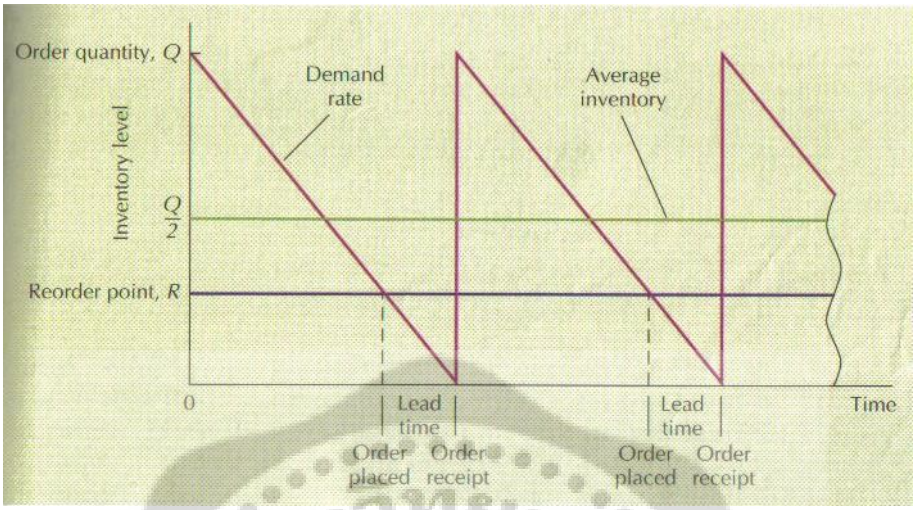
ที่มา: Russell and Taylor. (2006). Operation Management. P.599

จากภาพประกอบ 5 จะเห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งจะแปรผกผันกับขนาดที่สั่งซื้อ ส่วนค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัสดุคงคลังจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของการสั่ง นอกจากนั้นผลรวมของค่าใช้จ่ายในการสั่งและการจัดเก็บที่ทำให้มีค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดนั่นจะเป็นจุดที่แสดงถึงค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บที่มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการสั่ง

ในการคำนวณหาจุดหรือขนาดของสินค้าคงคลังที่ทำให้ต้นทุนของการคงคลังทั้งสิ้นอยู่ในระดับต่ำสุดนั้นมีสมมติฐานดังต่อไปนี้ (Russell and Taylor. 2006: 599, Teunte, 2005)

1. ปริมาณความต้องการสินค้านั้นสามารถระบุค่าได้และคงที่ในแต่ละช่วงเวลา
2. ไม่เกิดการขาดสต็อก
3. ช่วงเวลานำ (lead time) ในการรับสินค้านั้นมีค่าคงที่
4. สินค้าที่มีการสั่งนั้นจะถูกจัดเก็บทั้งหมดภายในครั้งเดียว

จากข้อสมมติฐานที่ถูกกำหนดขึ้นนั้นสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ของรอบเวลาในการสั่งสินค้าคงคลังได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 รอบเวลาในการสั่งสินค้าคงคลัง

ที่มา: Russell and Taylor. (2006). Operation Management. P.598

ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมนั้นสามารถแสดงได้ ดังต่อไปนี้ กำหนดให้

EOQ (Q^*) คือ ขนาดการสั่งต่อครั้งที่เหมาะสม (หน่วย)

Q คือ ปริมาณการสั่งต่อครั้ง (หน่วย)

D คือ ความต้องการสินค้าต่อปี (หน่วย)

Co คือ ต้นทุนการสั่ง หรือต้นทุนการตั้งเครื่องจักรใหม่ต่อครั้ง (บาท)

Cc คือ ต้นทุนการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)

TC คือ ต้นทุนสินค้าคงคลังโดยรวม (บาท)

ต้นทุนในการสั่งรวมต่อปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างต้นทุนการสั่งต่อครั้งและจำนวนครั้งที่มีการสั่งทั้งหมดในแต่ละปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (2.1)

$$\text{Annual ordering cost} = \left[\frac{CoD}{Q}\right] \tag{2.1}$$

ต้นทุนในการจัดเก็บรวมต่อปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลคูณระหว่างต้นทุนการจัดเก็บต่อหน่วยและจำนวนสินค้าที่ถูกจัดเก็บเฉลี่ยในแต่ละปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (2.2)

$$\text{Annual carrying cost} = \left[\frac{QCc}{2}\right] \tag{2.2}$$

ต้นทุนรวมของการคงคลังในแต่ละปีนั้นสามารถคำนวณได้จากผลรวมระหว่างต้นทุน ในการสั่งซื้อรวมต่อปีและต้นทุนในการจัดเก็บรวมต่อปี ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (2.3)

$$TC = \left[\frac{CoD}{Q}\right] + \left[\frac{QCc}{2}\right] \tag{2.3}$$

ในการหาจุดปริมาณการสั่งที่เหมาะสม (Q^*) ที่ทำให้ต้นทุนรวม (TC) มีค่าต่ำที่สุดนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการ (2.4) – (2.6)

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \left[-\frac{CoD}{Q^2}\right] + \left[\frac{Cc}{2}\right] \tag{2.4}$$

$$0 = \left[-\frac{CoD}{Q^2}\right] + \left[\frac{Cc}{2}\right] \tag{2.5}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CoD}{Cc}} \tag{2.6}$$

นอกจากนี้ยังสามารถสรุปความสัมพันธ์ต่างๆได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ต้นทุนการสั่งต่อปี} = \left[\frac{D}{Q^*}\right]Co \tag{2.7}$$

$$\text{ต้นทุนการเก็บรักษาต่อปี} = \left[\frac{Q^*}{2}\right]Cc \tag{2.8}$$

$$\text{จำนวนการสั่งต่อปี} = \frac{D}{Q^*} \tag{2.9}$$

$$\text{รอบเวลาการสั่ง} = \frac{Q^*}{D} \quad (2.10)$$

2.2.2 วิธีปริมาณการสั่งเป็นช่วง (Periodic Order Quantity) เทคนิคปริมาณการสั่งเป็นช่วงจะใช้นโยบายการทบทวนการสั่งเป็นช่วงๆ มากกว่าที่จะใช้นโยบายการสั่งตาม EOQ อย่างต่อเนื่อง เพื่อแก้ปัญหาข้างต้นของวิธีการ EOQ เนื่องจากโดยปกติแล้วความต้องการที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่คงที่ในทุกๆ ช่วงเวลา ดังนั้นขนาดการสั่งจึงควรที่จะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณความต้องการของช่วงเวลาต่างๆ อย่างไรก็ตามเทคนิค POQ นี้จะคำนวณจำนวนช่วงเวลาที่ควรพิจารณาถึงความต้องการที่เกิดขึ้น เพื่อนำมากำหนดขนาดของการสั่ง โดยในการกำหนดจำนวนช่วงเวลานั้นจะพิจารณาจากจำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยที่ปริมาณ EOQ จะครอบคลุมถึง ซึ่งตามความหมายนี้จำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ยสามารถคำนวณได้ดังนี้ (พิภพ ลลิตาภรณ์. 2552: 119)

$$N = \frac{EOQ}{D} \quad (2.11)$$

N = จำนวนช่วงเวลาโดยเฉลี่ย

EOQ = ขนาดของการสั่งซื้อที่ประหยัด

D = ปริมาณความต้องการโดยเฉลี่ยต่อช่วงเวลา

2.8.3 เทคนิคส่วนของช่วงเวลาที่สมดุล (Part Period Balancing) เทคนิคส่วนของช่วงเวลาที่สมดุลเป็นความพยายามทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและค่าใช้จ่ายในการถือครองวัสดุคงคลังมีความสมดุลกันเช่นเดียวกับวิธี EOQ แต่ปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาไม่คงที่ โดยเทคนิค PPB จะทำการสะสมความต้องการไปทีละช่วงเวลา จนกระทั่งถึงช่วงเวลาที่ทำให้ค่าใช้จ่ายในการจัดให้มีวัสดุของความต้องการที่สะสมนั้นสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ และจะพิจารณาเลือกปริมาณการสั่งซื้อจากปริมาณความต้องการสะสมของช่วงเวลาที่มีค่าใช้จ่าย ในการจัดให้มีวัสดุคงคลัง ใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อมากกว่า ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$H = D_{t^*}(t - 0.5)^* h + H_{t-1} \quad (2.12)$$

$$Q_t = \sum_{t=1}^{t} D_t \qquad \text{if } |s - H_t| < |s - H_{t-1}| \quad (2.13)$$

$$Q_t = \sum_{t=1}^{t} D_t \qquad \text{if } |s - H_t| \geq |s - H_{t-1}| \tag{2.14}$$

t = ช่วงเวลาที่พิจารณา

H_t = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสะสมจากช่วงเวลาที่ ถึง t ; $H_0 = 0$

D_t = ปริมาณความต้องการในช่วงเวลาที่ *t*

S = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ

Q_t = ปริมาณการสั่งซื้อ

2.2.3 วิธีการ Silver-Meal เทคนิคการกำหนดขนาดการสั่งซื้อแบบ Silver-Meal เป็นเทคนิคที่ค่อนข้างได้รับความสนใจมาก เนื่องจากเป็นวิธีการที่พยายามจะทำให้ค่าใช้จ่ายโดยรวม (ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารวมกับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ) ต่อช่วงเวลาต่ำสุด ซึ่ง Silver และ Meal ได้ชี้จุดอ่อนของเทคนิคปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัดว่าจะได้ค่าที่ไม่เหมาะสมหากปริมาณความต้องการวัสดุไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา วิธีการ Silver-Meal จะคำนวณค่าเฉลี่ยสะสมของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษารวมกับค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา และทันทีที่ต้นทุนเฉลี่ยดังกล่าวมีค่ามากกว่าต้นทุน เฉลี่ยของช่วงเวลาก่อนหน้า ขนาดการสั่งซื้อของช่วงเวลาก่อนหน้าก็จะถูกกำหนดเป็นขนาดการสั่งซื้อจริง และจะเริ่มการคำนวณใหม่โดยใช้ช่วงเวลาปัจจุบันเป็นช่วงเวลาแรกของการคำนวณ ทำการคำนวณจบครบช่วงเวลาที่มีในแผน ซึ่งมีตัวแบบคณิตศาสตร์และสัญลักษณ์ดังนี้

$SM_t(S_k)$ = ดัชนีการคำนวณในช่วงเวลา t ภายใต้การสั่งในช่วงเวลา k

S_k = ค่าใช้จ่ายในการสั่งในช่วงเวลา K

D_t = ปริมาณความต้องการในช่วงเวลาที่ t

Q_t = ปริมาณการสั่งในช่วงเวลา k

H = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัสดุ 1 หน่วยต่อ 1 ช่วงเวลา

ขั้นที่ 1 คำนวณค่า $SM_t(S_k)$ จากสมการ

$$SM_t(S_k) = [S_k + \textstyle\sum_{r=k+1}^{t} d_r h] / (t\text{-}k+1) \quad ; \text{for } t>k \tag{2.15}$$

$$SM_t(S_k) = S_k \quad ; \text{for } t = k \tag{2.16}$$

$$SM_t(S_k) = \infty \quad (2.17)$$

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบว่า $SM_t(S_k) > SM_{t-1}(S_k)$ และ $SM_{t-1}(S_k) < SM_{t-2}(S_k)$ หรือไม่

ถ้าไม่ใช่ให้ทำขั้นตอนที่ 3

ถ้าไม่ใช่ กำหนด t = t+1 แล้วคำนวณขั้นตอน 1 ใหม่

ขั้นที่ 3 คำนวณปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ k จากสมการ

$$Q_k = \sum_{t=1}^{t^*} D_t \quad ; t^* = t - 1 \quad (2.18)$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบค่า t = last t หรือไม่

ถ้าใช่หยุดการคำนวณ

ถ้าไม่ใช่กำหนด $k = t = t^* + 1$ แล้วเริ่มคำนวณขั้นตอนที่ 1 ใหม่

2.2.4 วิธีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำสุด (Least Unit Cost) วิธีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำสุดเป็นวิธีที่พยายามจะทำให้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่อช่วงเวลาต่ำสุด โดยมีวิธีการคำนวณคล้ายกับวิธีการ Silver-Meal คือจะคำนวณค่าใช้จ่ายโดยรวมในแต่ละช่วงเวลา (ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อรวมกับค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา) เฉลี่ยต่อหน่วยวัสดุไปเรื่อยๆ จนกระทั่ง ค่าใช้จ่ายดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายดังกล่าวมีค่ามากกว่าค่าใช้จ่ายในช่วงเวลาก่อนหน้า ขนาดการสั่งซื้อในช่วงเวลาก่อนหน้า ขนาดการสั่งซื้อในช่วงเวลาก่อนหน้าจะถูกกำหนดเป็นขนาดการสั่งซื้อจริง และเริ่มการคำนวณรอบใหม่โดยใช้ช่วงเวลาปัจจุบันเป็นช่วงแรกของการคำนวณ วิธีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่ำสุดสามารถเขียนในเชิงสมการได้ดังนี้

$LUC_t(S_k)$ = ดัชนีการคำนวณในช่วงเวลา t ภายใต้การสั่งในการช่วงเวลา k

S_k = ค่าใช้จ่ายในการสั่งในช่วงเวลา K

D_t = ปริมาณความต้องการในช่วงเวลาที่ t

Q_t = ปริมาณการสั่งในช่วงเวลา k

H = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บวัสดุ 1 หน่วยต่อ 1ช่วงเวลา

ขั้นที่ 1 คำนวณค่า $LUC_t(S_k)$ จากสมการ

$$LUC_t(S_k) = \left(\left[S_k + \sum_{r=k+1}^{t} D_t H\right] / (t-k+1)\right) / \sum_{r=k}^{t} D_r \quad (2.19)$$

$$LUC_t(S_k) = \infty \quad (2.20)$$

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบว่า $LUC_t(S_k) > LUC_{t-1}(S_k)$ และ $LUC_{t-1}(S_k) < LUC_{t-2}(S_k)$ หรือไม่ ถ้าใช่ให้ทำขั้นตอนที่ 3

ถ้าไม่ใช่ กำหนด $t = t + 1$ แล้วคำนวณขั้นตอนที่ 1 ใหม่

ขั้นที่ 3 คำนวณค่าปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ k จากสมการ

$$Q_k = \sum_{t=1}^{t^*} D_t \; ; \; t^* = t - 1 \quad (2.21)$$

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบค่า t= last t หรือไม่

ถ้าใช่หยุดการคำนวณ

ถ้าไม่ใช่กำหนด $k = t = t^* + 1$ แล้วเริ่มคำนวณขั้นตอนที่ 1 ใหม่

2.2.5 แบบจำลองพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อแบบพลวัต (Dynamic Lot sizing model) หรือ การกำหนดปริมาณสั่งซื้อภายใต้ระยะเวลาที่สนใจ

$$\text{Minimize} = \sum_{t=1}^{T} (s_t Y_t + p_t X_t + h_t I_t) \quad (2.22)$$

Subject to:

$$I_{t-1} + X_t = d_t + I_t \quad \forall t, \quad (2.23)$$

$$X_t \leq Y_t d_{tT} \quad \forall t, \quad (2.24)$$

$$Y_t = 0 \text{ or } 1 \quad \forall t, \quad (2.25)$$

$$I_t, X_t \geq 0 \quad \forall t, \quad (2.26)$$

โดยที่

s = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง

p = ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ

h = ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบ

Y_t = ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

X_t = ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t

I_t = วัตถุดิบคงคลังปลายช่วงเวลาที่ t

3. โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม

โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Linear programming) ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็ม แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (พัชราภรณ์ เนียมมณี. 2552: 249-250)

3.1 การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแท้จริง (Pure integer Linear programming) ซึ่งปัญหาประเภทนี้ ตัวแปรตัดสินใจทุกตัวต้องเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น โดยตัวแปรอาจเป็นจำนวนเต็มแบบทวิภาค (Binary integer) ที่มีค่าได้เพียง 2 ค่าเท่านั้น เช่น 0 หรือ 1 เป็นต้น ซึ่งปัญหาอาจมีทั้งตัวแปรจำนวนเต็มและตัวแปรจำนวนเต็มแบบทวิภาคอยู่ในปัญหาเดียวกันก็ได้

3.2 การโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed integer linear programming, MIP) ซึ่งปัญหาประเภทนี้ ตัวแปรตัดสินใจบางตัวเป็นจำนวนเต็ม ขณะที่ตัวแปรที่เหลือไม่เป็นจำนวนเต็ม

การโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปรตัดสินใจที่มีค่าเป็นได้ทั้งจำนวนเต็มและไม่เป็นจำนวนเต็มก็ได้ การสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มที่มีตัวแปรตัดสินใจมีค่าเป็นจำนวนเต็มเท่านั้น อย่างไรก็ตามปัญหาในทางธุรกิจและอุตสาหกรรมหลายปัญหา ที่มีตัวแปรตัดสินใจบางตัวต้องมีค่าเป็นจำนวนเต็ม หรือมีค่าเป็นจำนวนเต็มแบบทวิภาค ขณะที่ตัวแปรตัดสินใจที่เหลือเป็นตัวแปรที่ไม่จำนวนเต็มก็ได้ ปัญหาในลักษณะนี้เมื่อมาสร้างตัวแบบคณิตศาสตร์ เพื่อหาผลเฉลยของปัญหา จะเรียกตัวแบบประเภทนี้ว่า ตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม (Mixed integer linear programming)

การสร้างตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นแบบผสม สำหรับปัญหาการวางแผนการผลิตในอุตสาหกรรมหลายประเภทที่มีการผลิตสินค้าหลายชนิดบนสายการผลิตเดียวกัน ทำให้แผนกผลิตจะต้องมีการติดตั้งและจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการผลิตสินค้าชนิดหนึ่ง เรียกว่า เวลาการติดตั้ง (Setup time) เมื่อเราติดตั้งสายการผลิตเสร็จแล้ว จะทำการผลิตสินค้าต่อไป โดยในที่นี่จะเรียกว่าเป็นเวลาในการผลิต (Processing time) โดยทั่วไปในการผลิตสินค้าจำนวนหนึ่งเวลาในการผลิตนี้จะมีค่าคงที่ต่อชิ้น หากมีการผลิตสินค้าล๊อตเล็ก ทำให้จำนวนครั้งการติดตั้งมากขึ้น ทำให้ต้นรวมในการติดตั้งเวลารวมในการติดตั้งจะสูง ขณะที่การผลิตล๊อตใหญ่ๆ ทำให้จำนวนครั้งในการ

ติดตั้งน้อยลง ส่งผลให้ต้นทุนและเวลารวมในกาติดตั้งจะต่ำลง อย่างไรก็ตาม การผลิตล๊อตอาจใหญ่อาจมีต้นทุนการเก็บรักษาตามมาด้วย

ในส่วนของแบบจำลองคงคลังแบบพลวัต (Dynamic lot sizing models) ซึ่งเริ่มจาก Wagner and Whitin (1959) นั้น พิจารณาระบบคงคลังที่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบเพียงชนิดเดียว ประกอบด้วยหลายช่วงเวลา ระยะเวลานำในการสั่งซื้อเท่ากับศูนย์ เรียกแบบจำลองดังกล่าวว่า The Wagner-Whitin Algorithm โดยมีรายละเอียดของแบบจำลองดังนี้ (Y.Y. Lee, B.A. Kramer และ C.L. Hwang, 1991; S. J. Sadjadi, Mir.B.Gh. Aryanezhad และ H.A. Sadeghi, 2009)

กำหนดให้

$$C_{ik} = S + \sum_{t=i}^{k-1} H_t \sum_{j=t+1}^{k} D_j \qquad (2.27)$$

สามารถหาต้นทุนที่ต่ำที่สุดสำหรับช่วงเวลาที่ 1 ถึง k ได้จาก

$$F_k = \min_{1 \le i \le k} F_{i-1} + C_{ik} \quad \text{สำหรับ k=1, 2, 3, …, N} \qquad (2.28)$$

เมื่อ

D_j = ปริมาณความต้องการสินค้า

S = ต้นทุนในการสั่งสินค้า

H_t = ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าในช่วงเวลา t

C_{ik} = ต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการสั่งสินค้าในช่วงเวลาที่ i สำหรับช่วงเวลาที่ $i – j$

F_k = ต้นทุนที่ต่ำที่สุดสำหรับช่วงเวลา k

4. การพยากรณ์

การพยากรณ์ คือ การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาหนึ่งในอนาคต ค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นจะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจเรื่องการวางแผนการสั่งซื้อ ทำให้สามารถวางแผนการสั่งซื้อได้แม่นยำมากขึ้น วิธีการพยากรณ์สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Method) วิธีนี้จะอาศัยความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก และการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) โดยอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ การเลือกวิธีการพยากรณ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะข้อมูลเป็นสำคัญ

4.1 เทคนิคเชิงปริมาณ (Quantitative Techniques)

รูปแบบของข้อมูล (Data Pattern) โดยปกติข้อมูลจะแบ่งได้ 5 รูปแบบ ดังนี้ (วรินทร์ เกียรตินุกูล. 2548)

1) รูปแบบคงที่ (Constant) ความต้องการไม่เปลี่ยนไปตามเวลา

เทคนิคที่เหมาะสม

- Single Moving Average
- Weighted Moving Average
- Single Exponential Smoothing

2) รูปแบบมีแนวโน้ม (Trend) ความต้องการเปลี่ยนไปแบบมีทิศทาง

เทคนิคที่เหมาะสม

- Linear Moving Average
- Linear Exponential Smoothing
- Regression

3) รูปแบบฤดูกาล (Seasonal) ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวขึ้นๆ ลงๆ ตามตำแหน่งของเวลา (จุดเวลา) โดยช่วงเวลาจะเป็นช่วงสั้นๆ เช่น รายเดือน รายไตรมาส เป็นต้น

เทคนิคที่เหมาะสม

- Decomposition
- Winters
- Regression with Dummy Variable

4) รูปแบบวัฏจักร (Cyclical) ข้อมูลมีการเคลื่อนไหวขึ้นๆ ลงๆ ตามช่วง เวลาที่แน่นอน ข้อมูลที่เก็บโดยมากจะเป็นรายปีหรือเก็บเป็นระยะเวลายาวนาน

5) รูปแบบสุ่มหรือไม่แน่นอน (Random, Irregular) ข้อมูลมีลักษณะเคลื่อนไหวอิสระจากเวลา

4.2 การเลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์

พิจารณาตัวแบบการพยากรณ์จากค่าการเบี่ยงเบนน้อยที่สุด ดังวิธีต่อไปนี้

1) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย Single Moving Average

เทคนิคนี้เป็นการนำข้อมูลในอดีตมาถ่วงน้ำหนักเท่าๆกัน เพื่อพยากรณ์ในอนาคต โดยจะใช้เมื่อข้อมูลเป็นค่าคงที่

โดยสูตรการพยากรณ์คือ

$$F_t = \left(\frac{1}{n}\right)\sum_{i=t-n+1}^{t} X_i = \left(\frac{1}{n}\right)[X_t + \sum_{i=t-n}^{t-1} - X_{t-n}\ ]$$

$$= \frac{X_t + X_{t-1} + \ldots + X_{t-n-1}}{n}$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

n = จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

2) วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก Weighted Moving Average

เทคนิคค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักจะมีการให้น้ำหนักข้อมูลในอดีตที่ไม่เท่ากัน โดยที่ผลรวมของน้ำหนักที่ให้จะต้องมีค่าเท่ากับ 1 เทคนิคนี้จะใช้การพยากรณ์ที่ข้อมูลเป็นแบบคงที่

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+1} = W_1X_t + W_2X_{t-1} + \ldots + W_nX_{t-n+1}$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

n = จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

W = น้ำหนักของข้อมูล

3) วิธีแบบชิงเกิลเอ็กซ์โปแนนเชียล Single Exponential Smoothing

เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะต้องไม่มีอิทธิพลจากแนวโน้ม (Trend) และการผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variations) ใช้พยากรณ์กรณีข้อมูลเป็นแบบคงที่ โดยให้น้ำหนักความสำคัญข้อมูลในอดีต และข้อมูลที่ทำการพยากรณ์

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1-\alpha)F_t$$

เมื่อ

$F_2 = X_t$

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

n = จำนวนงวดที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

α = ค่าคงที่ในการปรับเรียบ ($0 \leq \alpha \leq 1$)

4) Linear Exponential Smoothing หรือ Double Exponential Smoothing

เหมาะกับข้อมูลที่เป็นแนวโน้มแบบเส้นตรง โดยใช้แนวคิดเดียวกับ Linear Moving Average

$$S'_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1-\alpha)S''_{t-1}$$

$$a_t = (2S'_t - S''_t)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S'_t - S''_t)$$

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_t = a_t + b_t m$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ *t* X_t = ข้อมูลในงวดที่ t

S'_t = Single Exponential Smoothing S''_t = Double Exponential Smoothing

α = ค่าคงที่ในการปรับเรียบ m = จำนวนงวดที่พยากรณ์ไปข้างหน้า

a_t = ค่าประมาณ level ของ series ที่เวลา t b_t = ค่าประมาณความชัน

5) Holt-Winters-Trend and Seasonal

สามารถพยากรณ์กับข้อมูลที่เป็นฤดูกาล หรือแบบแนวทิศทางหรือทั้งสองแบบ การพยากรณ์ต้องการข้อมูลอย่างน้อย 2 ฤดูกาล และจะมีรูปแบบที่ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนปรับให้เรียบ

$$S_t = \alpha\frac{X_t}{I_{t-L}} + (1-\alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

ส่วนของแนวโน้ม

$$b_t = \gamma(S_t - S_{t-1}) + (1-\gamma)b_{t-1}$$

ส่วนของฤดูกาล

$$I_t = \beta\frac{X_t}{S_t} + (1-\beta)I_{t-L}$$

โดยสูตรการพยากรณ์ คือ

$$F_{t+m} = (S_t + b_t m)I_{t-L+m}$$

เมื่อ

F_t = ค่าพยากรณ์ในงวดที่ t

S_t = ค่าปรับเรียนที่เวลา t

b_t = ความชันของข้อมูลที่เวลา t

I_t = ดัชนีฤดูกาลที่เวลา t

L = ช่วงเวลาใน 1 ฤดูกาล (เป็นจำนวนเดือนหรือควอเตอร์ใน 1 ปี)

α, γ, β = พารามิเตอร์ของการพยากรณ์ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

4.3 การวัดความถูกต้องแม่นยำของการพยากรณ์

เนื่องจากการพยากรณ์มีหลายวิธีด้วยกัน ดังนั้นการที่จะตัดสินวิธีการพยากรณ์แบบใดให้คำตอบดีที่สุด ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์จะมากหรือน้อยนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าความ

คลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ (Forecast Error หรือ e_t) หาได้จากผลต่างระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ดังสมการ

$$e_t = Y_t - F_t$$

เมื่อ

e_t = ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

Y_t = ค่าปริมาณความต้องการจริง

F_t = ค่าพยากรณ์

โดยทั่วไปจะใช้ค่า MAD, MSE ในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ ซึ่งเหมาะในการเปรียบเทียบวิธีพยากรณ์หลายวิธีกับข้อมูลชุดใดชุดหนึ่ง ส่วนค่า MAPE เป็นค่าที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบกับอนุกรมเวลาต่างชุดกันเมื่อพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์เดียวกัน

วิธี MAD (Mean Absolute Deviation) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดความคลาดเคลื่อน โดยไม่คำนึงถึงทิศทางความคลาดเคลื่อน และมีหน่วยเดียวกับค่าจริงหรือค่าสังเกต คำนวณได้จากสูตรนี้

$$\text{MAD} = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

วิธี MSE (Mean Square Error) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการยกกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน

$$\text{MSE} = \frac{\sum e_t^2}{n}$$

เมื่อยกกำลังสองสูงมาก อาจจะใช้รากกำลังสองของค่า MSE ที่เรียกว่า RMSE (root mean square error) ซึ่งมีหน่วยวัดเดียวกับค่าสังเกต

$$\text{RMSE} = \sqrt{\text{MSE}}$$

วิธี MAPE (Mean Absolute Percentage Error) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์เทียบกับค่าจริง เหมาะที่ใช้ในการเปรียบเทียบอนุกรมเวลาหลายชุดที่อาจจะมีหน่วยของการวัดต่างกันเมื่อใช้วิธีพยากรณ์เดียวกัน

$$\text{MAPE} = \frac{\sum|e_t|/Y_t}{n}$$

สำหรับการหาคำตอบของตัวแบบคงคลังพลวัตทั่วไป ข้อมูลความต้องการสินค้าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องนำมาพิจารณา ซึ่งหากเป็นการพิจารณาความต้องการล่วงหน้าเพื่อทำการวางแผนการสั่งสินค้านั้นมักจะใช้การพยากรณ์เข้ามาช่วยในการกำหนดปริมาณความต้องการ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการพิจารณาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบกับวิธีการสั่งซื้อของโรงสีตัวอย่าง

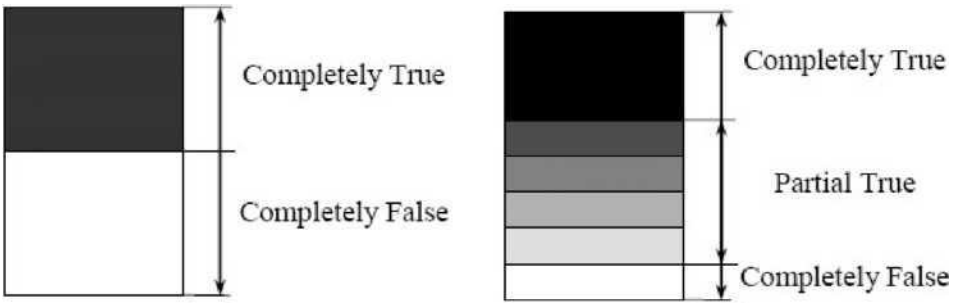
5. ทฤษฎีฟัซซี่เซต

การนำเอาทฤษฎีฟัซซี่เซตมาประยุกต์ใช้สำหรับใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อและราคาข้าวเปลือกนั้น มีหลักการพื้นฐานดังนี้

5.1 พื้นฐานแนวคิดแบบฟัซซี่ (ผดุงชาติ มงคลแถลง. 2551: 15-21)

ฟัซซี่เซตเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ซึ่งการตัดสินใจใช้ระบบนี้จะเลียนแบบการตัดสินใจของมนุษย์คือ เป็นการประมาณ (Approximation) จากปัจจัยหรือตัวแปรต่างๆ ของระบบเพื่อทำการสรุปตามเหตุผล ดังนั้นฟัซซี่ลอจิกจึงต่างจากตรรกศาสตร์แบบดั้งเดิม (Booleam Logic) ที่มีเพียง 0 กับ 1 (เท็จ, จริง)

ทฤษฎีฟัซซี่เซต (Fuzzy Set Theory) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่งที่ได้ให้ ความหมายในการที่จะสื่อถึงคำว่า “ ความไม่แน่นนอน (Uncertainty) ” แต่โดยที่ทราบกันแล้วว่า ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Theory) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์แรกที่ใช้แสดงและแก้ไข ปัญหาที่เกี่ยวกับความไม่แน่นอน ด้วยเพราะเหตุนี้เองทุกความไม่แน่นอน จึงถูกมองว่าเป็นลักษณะ ความไม่แน่นอนแบบสุ่ม (Random Uncertainty) ซึ่งกระบวนการแบบสุ่ม (Random Process) จะสนใจผลที่เกิดขึ้นซึ่งให้ความสัมพันธ์ที่โอกาสสำหรับครั้งนั้นๆ โดยไม่สามารถคาดเดาถึงผลที่จะเกิดขึ้นได้ แต่สามารถให้ค่าซึ่งเป็นสถิติจากการทดสอบและเก็บข้อมูลตัวอย่างมาเป็นจำนวนมาก ตรรกะแบบฟัซซี่ (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายในใต้ความไม่แน่นอน ของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อน ของมนุษย์ ฟัซซี่ลอจิกมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าเป็นจริงกับเท็จเท่านั้น แสดงดังภาพประกอบ 7



บูลีนลอจิก ฟัซซี่ลอจิก

ภาพประกอบ 7 ตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) กับตรรกะแบบฟัซซี่ (Fuzzy Logic)

5.2 นิยามฟัซซี่เซต

ความเป็นฟัซซี่ (Fuzziness) มีชื่อเรียกว่ามัลติวาลานซ์ (Multivalance) ซึ่งมีค่าที่ความเป็นสมาชิกมากกว่า 2 ค่า และแตกต่างกับไบวาลานซ์ (Bivalance) ที่มีความเป็นสมาชิกเพียง 2 ค่า

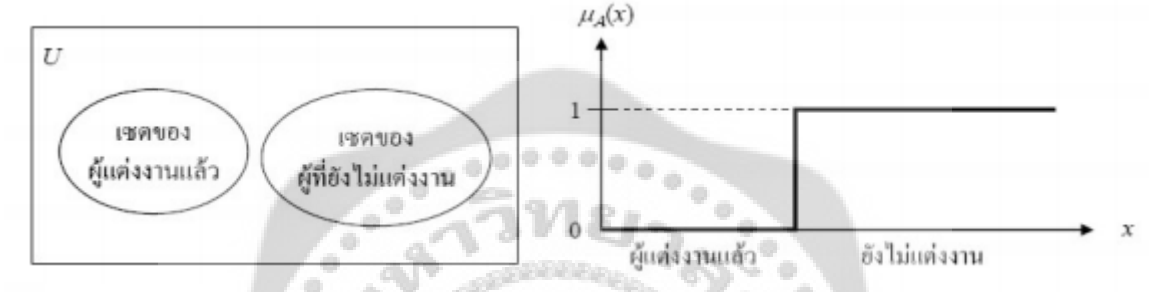
ฟัซซี่เซต (Fuzzy Set) เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สื่อถึงความไม่แน่นอน (Uncertainty) สามารถที่จะสร้างและกำหนดรูปแบบ (Modeling) ของลักษณะความไม่แน่นอนที่เป็นความไม่ตายตัว ความคลุมเครือ รวมถึงความขาดข้อมูลบางส่วน โดยทฤษฎีของฟัซซี่เซตจะใช้ลักษณะ ความหมายตัวแปร (Linguistic) มากกว่าปริมาณ (Quantitative) ของตัวแปร

ภาพประกอบ 8 เป็นการแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการตัดสินใจของ ปัญหาทั้งหมดมีเพียงส่วน น้อยที่เป็นสิ่งที่แน่นอน (Certainty) ที่เหลือคือสิ่งที่ไม่แน่นอนซึ่งประกอบด้วยความไม่แน่นอนที่มี ลักษณะแบบสุ่ม และความไม่แน่นอนที่มีลักษณะเป็นฟัซซี่ หรือคลุมเครือ ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 40 เพราะปัญหาส่วนมากเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งจะตัดสินใจตามพื้นฐานความคิดของตนเป็นหลัก

ภาพประกอบ 8 แสดงความไม่แน่นอน (Uncertainty)

เซตแบบฉบับ

ในเซตแบบฉบับ (Classical Set) หรือเซตทวินัย (Crisp Set) เป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิก เป็น 0 หรือ 1 {0, 1} เท่านั้น เซตในทฤษฎีเซตแบบฉบับจะมีขอบเขตแบบแข็ง (Sharp Boundary) ซึ่งเป็นขอบเขตที่ตัดขาดจากกันแบบทันทีทันใด เซตแบบฉบับมีการกำหนดค่าความเป็นสมาชิก ตามแนวคิดเลขฐานสอง โดยที่ตัวแปรหนึ่ง ๆ จะมีค่าความเป็นสมาชิกเพียงสองค่า คือ 0 ไม่เป็นสมาชิก และ 1 เป็นสมาชิก ตัวอย่างเช่น เซตของคู่แต่งงาน จะสามารถบอกได้ว่าอย่างชัดว่าเป็นกลุ่มผู้แต่งงานหรือไม่แต่งงาน



(9-a) แสดงตัวอย่างเซตแบบฉบับ (9-b) ฟังก์ชันการเป็นสมาชิกในเซตผู้ที่แต่งงาน

ภาพประกอบ 9 (a,b) แสดงตัวอย่างของเซตย่อยสองเซต คือเซตของผู้ที่แต่งงานและเซตของผู้ที่ไม่แต่งงาน จะเห็นได้ว่าคนหนึ่งคนจะเป็นสมาชิกภาพได้เพียงเซตเดียวเท่านั้น แต่งงานหรือไม่แต่งงาน ในภาพประกอบ 9-b แสดงฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตผู้ที่ไม่แต่งงาน จากภาพจะเห็นได้ว่า ผู้ที่แต่งงานแล้วจะมีค่าความเป็นสมาชิกในเซตของผู้ไม่แต่งงานเป็น 0 ส่วนผู้ที่ไม่แต่งงานมีค่าความเป็นสมาชิกภาพของเซตผู้ที่ไม่แต่งงานเป็น 1 ค่าความเป็นสมาชิกของทั้งสองเซตจะตัดขาดจากกัน อย่างทันทีทันใด รูปแบบคณิตศาสตร์ของเซตแบบฉบับมีรูปดังนี้

$$\mu_{\mathrm{A}}(\mathrm{x}) = \begin{cases} 1, & \text{โดยที่} \quad x \in A \\ 0, & \qquad\quad x \notin A \end{cases}$$

เมื่อ A เป็นเซตแบบฉบับหรือเซตแบบทวินัย X เป็นสมาชิกในเซต μ_{A} เป็นค่าความเป็นสมาชิกในเซต และ μ_{x} เป็นฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซต A

5.3 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function, MF) คือลักษณะของความเป็นฟัซซี่ที่ใช้ สำหรับฟัซซี่เซตไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบที่ต่อเนื่อง (Continuous) หรือไม่'ต่อเนื่อง (Discrete) โดย การใช้รูปกราฟแสดงถึงสมการทางคณิตศาสตร์ของทฤษฎีฟัซซี่เซต ซึ่งรูปกราฟที่ใช้ก็มีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับปัญหาที่กำลังสนใจอยู่ ซึ่งก็ไม่ได้กำหนดไว้ตายตัวว่าปัญหาเดียวกันจะต้องใช้วิธีและรูปกราฟแบบเดียวกันตามที่ Buckley (2005) เสนอไว้

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกใช้แทนความหมายของตัวแปรฟัซซี่ จะมีระดับความเป็นสมาชิกระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 0 แสดงว่า X ไม่ได้เป็นสมาชิกของ A ถ้า X มีระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 แสดงว่าเป็นสมาชิกของ A อย่างแน่นอน รูปแบบของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เช่น รูปสามเหลี่ยม (Triangular), รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal), รูปตัวเอส (S-shaped), รูปโค้งระฆัง (Bell-shaped) และ รูปแบบของเกาส์ (Gauss) เป็นต้นซึ่ง Cheng (2004) เสนอไว้ดังนี้

1. ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (Triangular Membership Function) ฟังก์ชันสามเหลี่ยมมีทั้งหมด 3 พารามิเตอร์คือ {a, m, b}

$$f_z\,(Z) = \begin{cases} \left(\frac{x-a}{m-a}\right) \\ \left(\frac{b-x}{b-m}\right) \\ 0 \end{cases} \quad \text{โดยที่} \quad \begin{cases} a \le x \le m \\ m \le x \le b \\ elsewher \end{cases}$$

2. ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal Membership Function) ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมูมีทั้งหมด 4 พารามิเตอร์คือ {a, b, c, d}

$$f_z(z) = \begin{cases} 0 \\ \left(\frac{x-a}{b-a}\right) \\ 1 \\ \left(\frac{d-x}{d-c}\right) \\ 0 \end{cases} \quad \text{โดยที่} \quad \begin{cases} x < a \\ \mathrm{a} \le \mathrm{x} \le \mathrm{b} \\ \mathrm{b} \le \mathrm{x} \le \mathrm{c} \\ \mathrm{c} \le \mathrm{x} \le \mathrm{d} \\ \mathrm{x} > d \end{cases}$$

3. ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian Membership Function) ฟังก์ชันเกาส์เซียนมีทั้งหมด 2 พารามิเตอร์คือ {m, σ } ซึ่ง m หมายถึงค่าเฉลี่ย และ σ (ซิกม่า) หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$f_z\,(z) = exp\,\left(-\frac{(\mathrm{x}-\mathrm{m}^2)}{\sigma^2}\right)$$

4. ฟังก์ชันระฆังคว่ำ (Bell-shaped Membership Function) ฟังก์ชันรูประฆังคว่ำมีทั้งหมด 3 ค่า คือ {a, b, c}

$$f_z\,(z) = \frac{1}{1+\left[\frac{\mathrm{x}-\mathrm{c}}{\mathrm{a}}\right]^{2\mathrm{b}}}$$

5. ฟังก์ชันตัวเอส (Smooth Membership Function) ฟังก์ชันรูปตัวเอสมีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ {a, b}

$$f_z(z) = \begin{cases} 0 \\ 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 \\ 1 \\ 1-2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 \\ 1 \end{cases} \quad \text{โดยที่} \begin{cases} x < a \\ a \le x \le \frac{a+b}{2} \\ \frac{a+b}{2} \le x \le b \\ x \ge b \end{cases}$$

6. ฟังก์ชันตัวแซด (Z Membership Function) ฟังก์ชันรูปตัวเอสมีพารามิเตอร์ทั้งหมด 2 ค่า คือ {a, b}

$$f_z(z) = \begin{cases} 1 \\ 1-2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 \\ 1 \\ 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 \\ 0 \end{cases} \quad \text{โดยที่} \begin{cases} x < a \\ a \le x \le \frac{a+b}{2} \\ \frac{a+b}{2} \le x \le b \\ x \ge b \end{cases}$$

5.4 หลักการเบื้องต้นในการกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) มีดังนี้

1. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกควรจะมีลักษณะสมมาตรกัน

2. จำนวนของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกของแต่ละตัวแปรฟัซซี่ ต้องเป็นจำนวนคี่ซึ่งทั่วไปจะใช้ 5 หรือ 7 เซต

3. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่อยู่ติดกันต้องมีส่วนที่ทับซ้อนกัน เพื่อให้หนึ่งช่วงการทำงานประกอบด้วยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟังก์ชัน และเพื่อให้มากกว่า 1 กฎสำหรับการหาเอาต์พุต

4. ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกควรจะใช้รูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งจะใช้ในการคำนวณน้อยกว่าแบบอื่น โดยทั่วไปจะเลือกใช้ 5 หรือ 7 เซตสำหรับแต่ละตัวแปร โดยมีการทับซ้อนของฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ติดกัน 15-25 เปอร์เซ็นต์

งานวิจัยหลายฉบับได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟัซซี่เซตดังต่อไปนี้

ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์ (2545) ได้ประยุกต์ทฤษฎีฟัซซี่เซตเพื่อหาการใช้น้ำของพืช โดยใช้เกณฑ์แบบฟัซซี่ในการพัฒนา แบบจำลองสำหรับหาปริมาณการใช้น้ำของอ้อยในโครงการชลประทานสองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ทั้งนี้ได้เลือกใช้ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ อายุของพืชในช่วงการเจริญเติบโตต่างๆ และ ความยาวนานของแสงอาทิตย์ในรอบวันเป็นปัจจัยในการประเมิน ผลลัพธ์ของแบบจำลองได้นำมาปรับเทียบและตรวจสอบกับผลการคำนวณการใช้น้ำของพืช โดยวิธี

Penman-Monteith ซึ่งทั้งสองวิธีให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้แบบจำลองยังสามารถหาการ ใช้น้ำของพืชรายวันจากข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน โดยให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับกรณีที่มีข้อมูลรายวันครบถ้วน

วราธร ปัญญางาม, พัชราภรณ์ ญาณภิรัต, พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล และเสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล (2550) ได้นำเสนอการแก้ปัญหาตัวแบบการวิเคราะห์ความครอบคลุมข้อมูลภายใต้ความไม่แน่นอนอย่างสุ่มและคลุมเครือ (Fuzzy Stochastic Data Envelopment Analysis; FSDEA) โดยวิธีการโปรแกรมสมการข้อจำกัดตามโอกาส (Chance Constrained Programming; CC) ร่วมกับวิธีเครดิบิลิตี้ (Credibility Approach) ในการแปลงตัวแบบ FSDEA ไปเป็นตัวแบบเทียบเท่าตัวแบบการวิเคราะห์ความครอบคลุมข้อมูลที่เป็นดีเทอร์มินิสติกและไม่คลุมเครือ (Decision Making Units; DMUs) ที่ทำการวัดประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงเลือกตัวแบบ CCR ซึ่งเป็นตัวแบบแรกสุดและพื้นฐานที่สุดเป็นกรณีตัวอย่าง ซึ่งมีอินพุตและเอาท์พุตเป็นตัวเลขฟัซซี่ที่เป็นปกติและคอนเวกซ์ (Normal Convex Fuzzy Variable) และมีเซตระดับอัลฟ่า (α-Level Set) พิจารณาตัวแบบคริปดิเทอร์มินิสติก CCR ที่พิจารณาอินพุตซึ่งอยู่ในรูปการครอบคลุม (Crisp Deterministic Input-Oriented CCR Envelopment Model; CDDCCR-I) ในรูป QP ที่มีสมการเป้าหมายเป็นสมการเชิงเส้น 2 เป้าหมาย และมีสมการข้อจำกัดเป็นสมการกำลังสอง

วรรณวนัช บุ่งสุด (2548) ได้ใช้ตัวเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมเป็นค่าเชิงปริมาณที่มาแทนค่าข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อที่จะจัดการกับข้อมูลที่คลุมเครือเหล่านี้ นอกจากนั้นยังได้นำเสนอเครื่องมือช่วยคำนวณและจัดอันดับข้อกำหนดทางเทคนิคในวิธี QFD โดยใช้ตัวเลขฟัซซี่อีกด้วย ซึ่งเครื่องมือนี้มีความแตกต่างจากเครื่องมือช่วยคำนวณทางการค้าอื่นคือ มีการพิจารณาข้อมูลแบบฟัซซี่ในขณะที่เครื่องมืออื่นนั้นใช้ตัวเลขแบบธรรมดา ซึ่งไม่สามารถแทนค่าข้อมูลที่คลุมเครือได้ อีกทั้งยังช่วยให้การคำนวณแบบฟัซซี่ที่ซับซ้อนกว่าแบบธรรมดาของข้อมูลจำนวนมาก ในส่วนต่างๆ ของ QFD นั้นเป็นไปโดยสะดวก และในงานวิจัยนี้ก็ได้นำเสนอขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์คือ น้ำหนักของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของ QFD ในการนำมาจัดอันดับความสำคัญของข้อกำหนดที่เป็นประโยชน์กับทีมออกแบบ ในการตัดสินใจพิจารณาคัดเลือกขั้นตอนต่อไปในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ

ซิมเมอร์แมน (Zimmermann. 1983) ได้เสนอการโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงฟัซซี่ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อแก้ปัญหาการหาเวกเตอร์ค่าสูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างตัวแบบสำหรับปัญหาการตัดสินใจด้วยการโปรแกรมทางคณิตศาสตร์เชิงฟัซซี่ สามารถพิจารณาตามตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ และสามารถสร้างแบบปัญหาซึ่งสามารถอธิบายได้โดยใช้เพียงความสัมพันธ์ของเซตธรรมดา หรือความสัมพันธ์แบบฟัซซี่ และสามารถแก้ปัญหาแบบหลายจุดมุ่งหมายที่ยากอย่างมีเหตุผล ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหา การสมมติฟังก์ชันสมาชิกเชิงเส้นตรงขึ้นสำหรับฟัซซี่เซต และข้อจำกัด (constraints) กับฟังก์ชั่นจุดมุ่งหมายจะถูกทำการปฏิบัติการโดยการใช้การ

ปฏิบัติการเพื่อหาค่าต่ำ จำเป็นต้องให้มีความยากต่ำสุด ฟังก์ชั่นสมาชิกอื่นจะทำให้การคำนวณมีความยากมากขึ้นแต่จะทำให้ตัวแบบมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

เอ็ม ซากาวา และไอ นิชิซากิ (M. Sakawa; & I. Nishizaki. 2001) เสนอกำหนดการคลุมเครือ (Fuzzy Programming) เกี่ยวกับปัญหาการค่าที่ดีที่สุดแบบเส้นตรงซึ่งเป็นเศษส่วน ใช้ฟัซซี่สำหรับปัญหากำหนดการเศษส่วนเชิงเส้นสองระดับ หลังจากพิจารณาเป้าหมายคลุมเครือ ของการตัดสินใจในเบื้องต้น ในกระบวนการการศึกษาการแก้ปัญหาที่เหมาะสม สำหรับปัญหากำหนดการคำนวณได้รวมวิธีแบ่งครึ่ง (bisection method) วิธีเฟสหนึ่งของกำหนดการเชิงเส้น และการแปลงตัวแปร (variable transformation) ของ A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rohdes (1992)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรสรวง เฉตรไธสง (2547) ทำการศึกษาการกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบเมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่และต้นทุนการซื้อต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน ด้วยการพัฒนาแบบจำลองสมการคณิตศาสตร์ในการควบคุมระบบคงคลัง รวมทั้งข้อจำกัดด้านพื้นที่และช่วงเวลานำต่อจากสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายไม่เท่ากัน โดยพิจารณาต้นทุนรวมต่อปีต่ำที่สุด วิธีการโปรแกรมเชิงเส้นรวมทั้งวิเคราะห์อนุกรมเวลาถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์เชิงปริมาณ ในการพยากรณ์แนวโน้มของราคาต่อหน่วยวัตถุดิบ กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้

พงสกร ศรีทองคำ (2549) ทำการศึกษาวิธีแก้ปัญหาวิธีการสั่งซื้อหรือผลิตอย่างประหยัดของสินค้าคงคลังหลายชนิดที่มีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกันเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมโดยประมาณ และกำหนดให้ทราบปริมาณความต้องการสินค้าที่แน่นอน ตัวแบบดีเทอร์มินิสติก ซึ่งทำการศึกษาการย้ายหรือแบ่งย้ายปริมาณความต้องการสินค้าเพื่อรวมปริมาณความต้องการของสินค้าเข้าด้วยกัน ทำให้สามารถลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อหรือผลิตลง

อาคม ชินวงศ์ (2550) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาต่อจากขั้นตอนการคำนวณของ Wagner-Whitin เพื่อศึกษาการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดต้นทุนโดยรวมตลอดระยะเวลาการวางแผนการสั่งซื้อมีค่าต่ำที่สุดโดยนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้กับโรงงานผลิตแหนบรถยนต์ ภายใต้การพิจารณาข้อจำกัดด้านเวลานำในการสั่งซื้อ ข้อจำกัดด้านพื้นที่และงบประมาณ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมพบว่าสามารถลดต้นทุนในการจัดการวัตถุดิบคงคลังได้ 196,018.15 บาท คิดเป็น 24.94%

ผดุงชาติ มงคลแถลง (2551) ได้สร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังสำหรับปัญหา ทางด้านสินค้าเน่าเปื่อยได้ในกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและคุณภาพ ของสินค้าที่ได้รับเป็นแบบตรรกะคลุมเครือ ต่อจากนั้นจึงทำการสร้างขั้นตอนวิธีการหาคำตอบ โดยใช้หลักการที่ Layek Abdel-Malek และ Areeratchakul Nathapol เสนอไว้ โดยทำการแปลงสมการวัตถุประสงค์ให้อยู่ในรูปของสมการกำลังสอง ซึ่งง่ายต่อการหาคำตอบโดยใช้เงื่อนไขของ Karush Kuhn Tucker (KKT) และวิธี Modified Simplex ในการหาคำตอบ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แก้ปัญหาในกรณีที่มี

สมการข้อจำกัดงบประมาณ และสินค้าที่จะสั่งซื้อมีปริมาณมาก จากการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นเบื้องต้นได้ทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างของ Richard Ehrhardt และ Larry Taube สำหรับกรณีอย่างง่าย ซึ่งความต้องการและคุณภาพของสินค้า ที่ได้รับมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม พบว่าคำตอบที่ได้ตรงกัน หลังจากนั้นสร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังกรณีที่ความต้องการสินค้ามีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและคุณภาพของสินค้าที่ได้รับเป็นแบบตรรกะคลุมเครือ เพื่อใช้เป็นแนวทางแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพของสินค้าที่ได้รับมีความไม่แน่นอน

สรณธร ไกรภิญญามาศ และอรรถกร เก่งพล (2554) พัฒนากลยุทธการสั่งซื้อวัสดุที่มีความต้องการวัสดุในแต่ละช่วงเวลาไม่คงที่ของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อลดค่าใช้จ่ายรวมทั้งทางด้านการสั่งซื้อ และการจัดเก็บวัสดุคงคลังให้ต่ำที่สุด พบว่า แผนการสั่งซื้อวัสดุที่พัฒนาขึ้นทำให้ค่าใช้จ่ายรวมในการสั่งซื้อ และจัดเก็บวัสดุคงคลังลดลง ทำให้การวางแผนการสั่งซื้อมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

แวกเนอร์ และวิทธิน (Wagner; & Whitin. 1958) ได้เสนอขั้นตอนการคำนวณสำหรับการแก้ปัญหาพลวัตของแบบจำลองการกำหนดขนาดการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยพิจารณาระบบวัสดุคงคลังสำหรับการสั่งซื้อสินค้าชนิดเดียว (Single Item) ประกอบด้วยหลายช่วงเวลา ซึ่งปริมาณความต้องการวัตถุดิบทราบค่าแน่นอนในแต่ละช่วงเวลาและปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาอาจมีค่าไม่เท่ากัน ตันทุนการเก็บรักษาและต้นทุนการสั่งซื้อ อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอด N ช่วงเวลา ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ทำให้ต้นทุนรวมมีค่าต่ำที่สุด

นาจี๊บ บี ,สเตฟาน ดี, นาจี๊บ เอ็มเอ็น และอเทิลเอ็น (Nadjib B., Stephane D., Najib, M.N.; & Atle Nordli. 2000) ทำการศึกษารูปแบบปัญหาของขนาดการสั่งซื้อ กรณีสินค้าชนิดเดียว (Single Item Lot Sizing Problem) แบบไม่มีข้อกำจัดและมีข้อจำกัด 1) โดยพิจารณากำหนดเงื่อนไขเพิ่มในปัญหา Uncapacitate Single item lot sizing problem (USILSP) คือ $X_t \leq Y_t D_{tT}$; $\forall_t$ โดยที่ $Y_t = 0 \text{ or } 1$; $\forall_t$ ปริมาณการสั่งซื้อน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณความต้องการของลูกค้า 2) ปัญหา Capacitate Single item lot sizing problem (CSILSP) โดยกำหนดเงื่อนไขเพิ่มในปัญหา คือ $X_t \leq C_t Y_t$; $\forall_t$ โดยที่ $Y_t = 0 \text{ or } 1$; $\forall_t$ ปริมาณการสั่งซื้อน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิต นอกจากนี้ยังได้รวบรวมปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ สำหรับการกำหนดขนาดการสั่งซื้อ กรณีสินค้าชนิดเดียว (Single Item Lot Sizing Problem)

หง-ชิ ชาง, จิง-ชิง เหยา บี, และเหลียง-หยู โอหยาง (Hung-Chi Chang, Jing-Shing Yao b; & Liang-Yuh Ouyang. 2006) ทำการพิจารณาตัวแบบ mixture inventory model ที่มีช่วงเวลานำ (lead time) ต่างกัน พร้อมทั้งพิจารณา backorders และ lost sales โดยทำการพิจารณาความต้องการ (demand) ที่มีช่วงเวลานำแบบแรนดอมให้อยู่ในรูปแบบของตัวแปรฟัซซี่ และทำการหาค่าต้นทุนรวมในเชิงของฟัซซี่ โดยทำการกำหนดความต้องการโดยใช้ตัวเลขฟัซซี่แบบสามเหลี่ยม (triangular fuzzy number) โดยงานวิจัยดังกล่าวสามารถกำหนดปริมาณการสั่งซื้อและช่วงเวลานำภายใต้แนวคิดแบบฟัซซี่ที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุด

สุพัฒตรา, วราธร และก้องกิติ (Suphattra, Varathorn; & Kongkiti. 2011) การแก้ปัญหาในกรณีของ Single item lot sizing โดยใช้ฟัซซี่ หรือที่เรียกว่า Fuzzy Single Item Lot Sizing Problem (F-SILSP) โดยมีรูปแบบเป็นแบบ mixed integer linear programming ซึ่งทางผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบ ฟัซซี่ทั้งที่เป็นแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal) และแบบสามเหลี่ยม(Triangular) โดยที่ใช้รูปแบบ Trapezoidal fuzzy กับปริมาณการใช้และแบบ Triangular กับราคาต่อหน่วย ในกรณีศึกษาแหล่งต้นพลังงาน (bituminous coal) ของบริษัทปิโตรเคมี ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบ EC-USILSP โดยให้ตัวเลขฟัซซี่ $\tilde{d}_{tT}$ สำหรับ t = 1, …, T ให้ $\tilde{d}_{15}$ = $\left[\sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{\alpha}^{L}, \sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{\alpha}^{U}\right]$ = $\left[\left(\alpha\sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{\alpha}^{L} + (1-\alpha)\sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{0}^{L}\right), \left(\alpha\sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{\alpha}^{U} + (1-\alpha)\sum_{t=1}^{5}(\tilde{d}_t)_{0}^{U}\right)\right]$ ซึ่งมีความยืดหยุ่นอย่างมากในการแก้ปัญหา ซึ่งจากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า ในระดับ α มาก จะมีผลทำให้ค่าต้นทุนรวมมีค่าสูงด้วย

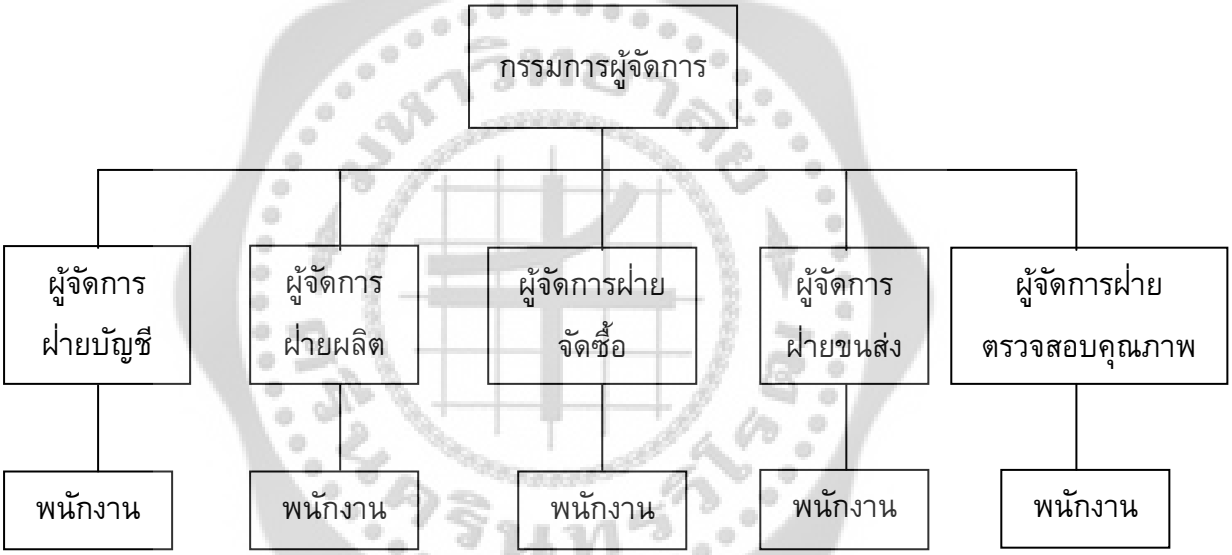
สุพัฒตรา, วราธร, ก้องกิติ และปิงฉาน (Suphattra, Varathorn, Kongkiti; & Binshan. 2012) นำเสนอตัวแบบ Uncapacitated Fuzzy Single Item Lot Sizing Problem (F-USILSP) สำหรับการวางแผนสินค้าคงคลัง โดยตัวแบบดังกล่าวเหมาะกับการประยุกต์ใช้ในปัญหาที่ไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถิติได้ แต่อาศัยความรู้ความชำนาญของพนักงาน ซึ่งกรณีดังกล่าวนั้นมักจะเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กที่มักจะไม่มีการเก็บข้อมูลทางสถิติ ในงานวิจัยดังกล่าวได้ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้อยู่ในรูปของตัวเลขฟัซซี่ ได้แก่ ความต้องการแบบฟัซซี่ ราคาสินค้าแบบฟัซซี่ ต้นทุนจัดเก็บแบบฟัซซี่ และต้นทุนการสั่งสินค้าแบบฟัซซี่ โดยในงานวิจัยนี้ใช้การกำหนดค่าพารามิเตอร์ทั้งแบบ linear membership function (สามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมคางหมู) และ non-linear membership function (รูปตัว S และ Z) ตัวแบบดังกล่าวได้กำหนด membership function ให้อยู่ในลักษณะของรูประฆังคว่ำ ซึ่งมีความยืดหยุ่นและใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการกำหนดขนาดการสั่งซื้อด้วยวิธีการพลวัตและวิธีแบบฟัซซี่ของโรงสีตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมให้กับโรงสี โดยมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1.ข้อมูลทั่วไปของโรงสี

โรงสีมีขนาดกำลังการผลิต 1,000 ตันต่อวัน ผลิตข้าวหอมมะลิ 100% ข้าวหอมมะลิส่วนใหญ่บรรจุกระสอบจำหน่ายส่งกรุงเทพฯ 95% และจำหน่ายในพื้นที่ 5% โดยมีโครงสร้างองค์กร ดังนี้

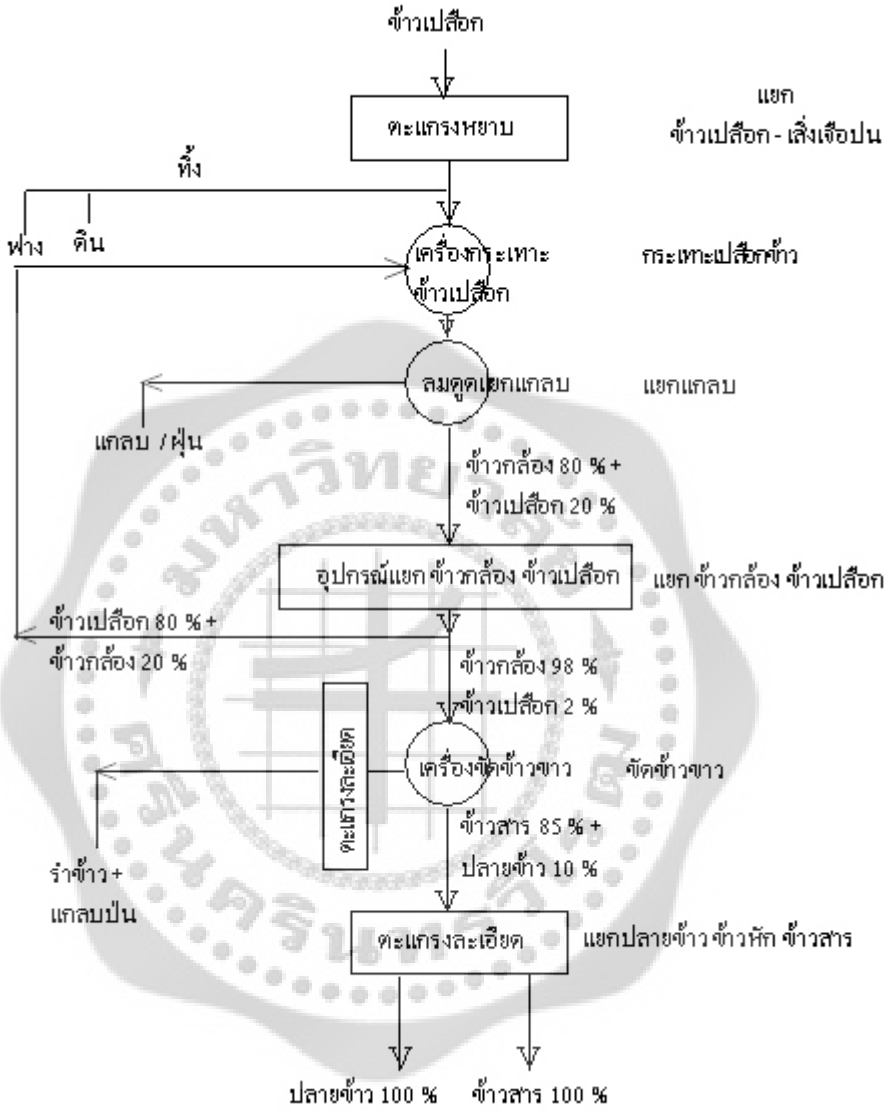


ภาพประกอบ 10 โครงสร้างองค์กร

2. ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

ข้าวเปลือกจะถูกแยกจากสิ่งเจือปน เช่น ดิน เศษฟาง ฯลฯ ด้วยตะแกรง ข้าวเปลือกจะถูกส่งไปกะเทาะเปลือกออกเป็นข้าวกล้องและแกลบ บางส่วนที่ถูกกะเทาะเปลือกไม่หมดยังคงเป็นข้าวเปลือก เครื่องจะทำการแยกแกลบออกจากข้าวกล้องและข้าวเปลือกโดยใช้ลมดูดเอาแกลบ ซึ่งเบากว่าข้าวเปลือกและข้าวกล้องออก ข้าวกล้องจะถูกส่งไปขัดเป็นข้าวสาร จะได้ข้าวสาร ปลายข้าว รำ และแกลบ แยกรำละเอียดและปลายข้าวด้วยตะแกรงตาถี่ตามความต้องการ การแยกข้าวเปลือกและข้าวกล้องออกจากกัน ทำงานโดยหลักการร่อน เหมือนกับการร่อนด้วยกระด้ง หลักการคือ เมื่อร่อนข้าวกล้องและข้าวเปลือก ข้าวเปลือกจะลอยขึ้นข้างบนและแยกส่วนข้างบนที่มีข้าวเปลือกปนอยู่มากกว่าข้าวกล้องไปสีซ้ำ ข้างกล้องซึ่งมีข้าวเปลือกเหลือน้อยก็จะถูกส่งไปขัดเป็นข้าวขาว ใน

ขั้นตอนนี้หากมีข้าวเปลือกปนมาบ้างก็จะถูกเครื่องขัดข้าวขาวกะเทาะเปลือกออกทำให้ข้าวเปลือกหมดไป

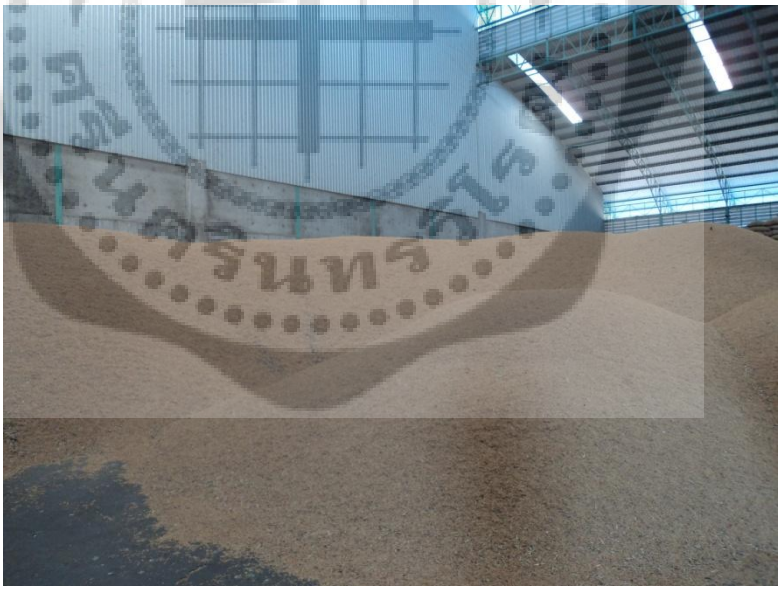


ภาพประกอบ 11 ขั้นตอนการสีข้าว

ที่มา: ชนันท์ สุวรรณรัตน์. (2555). ออนไลน์

3.ข้อมูลเกี่ยวกับข้าวเปลือกที่ใช้ในการผลิต

ข้าวหอมมะลิ (อังกฤษ: Thai jasmine rice) เป็นสายพันธุ์ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย มีลักษณะกลิ่นหอมคล้ายใบเตย เป็นพันธุ์ข้าวที่ปลูกที่ไหนในโลกไม่ได้คุณภาพดีเท่ากับปลูกในไทย และเป็นพันธุ์ข้าวที่ทำให้ข้าวไทยเป็นสินค้าส่งออกที่รู้จักไปทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ.2497 นายทรัพธนา เหมพิจิตร ผู้จัดการบริษัทการส่งออกข้าว จังหวัดฉะเชิงเทรา ได้รวบรวมพันธุ์ข้าวหอมในเขตอำเภอบางคล้า ได้จำนวน 199 รวง แล้ว ดร.ครุย บุณยสิงห์ (ผู้อำนวยการกองบำรุงพันธุ์ข้าวในขณะนั้น) ได้ส่งไปปลูกคัดพันธุ์บริสุทธิ์และเปรียบเทียบพันธุ์ที่ สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง (ขณะนี้เป็นสถานีข้าวลพบุรี) ดำเนินการคัดพันธุ์โดยนักวิชาการเกษตรชื่อนายมังกร จูมทอง ภายใต้การดูแลของนายโอภาส พลศิลป์ หัวหน้าสถานีทดลองข้าวโคกสำโรงจนกระทั่งปี พ.ศ. 2502 ได้พันธุ์บริสุทธิ์ข้าวขาวดอกมะลิ 4-2-105 และคณะกรรมการพิจารณาพันธุ์ข้าวได้อนุมัติให้เป็นพันธุ์ส่งเสริมแก่เกษตรกร เมื่อ วันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2502 โดยเกษตรกรทั่วไปเรียกว่า (ขาวดอกมะลิ 105) ต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธุ์ข้าว (ขาวดอกมะลิ 105) จนได้ข้าวพันธุ์ (กข 15) ซึ่งกระทรวงพาณิชย์ประกาศให้ ข้าวทั้ง 2 พันธุ์เป็นข้าวหอมมะลิไทย (วิกิพีเดีย. 2555: ออนไลน์)

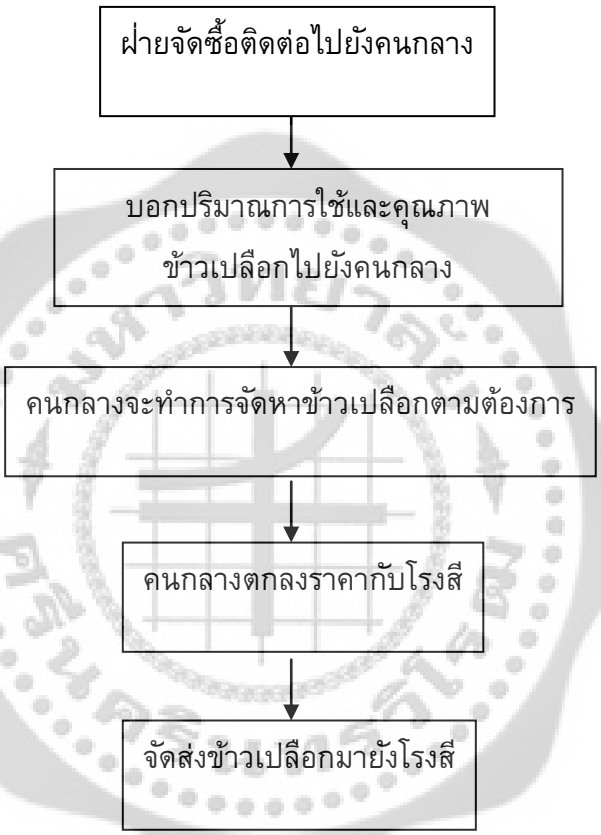


ภาพประกอบ 12 ข้าวเปลือกหอมมะลิ

4.ระบบการจัดซื้อจัดหาข้าวเปลือก

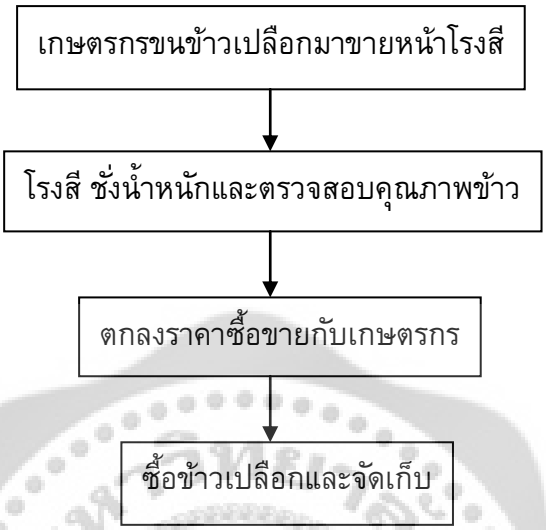
การจัดซื้อจัดหาข้าวเปลือก โดยการสั่งซื้อจากคนกลางและเกษตรกร มี 2 ลักษณะ คือ

4.1 การจัดซื้อจัดหาจากคนกลาง โดยจะทำการตกลงกับคนกลางหรือบริษัทที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมข้าวเปลือก โดยจะมีการเจรจาตกลงกันในเรื่องราคา คุณภาพ และปริมาณการซื้อขายตามที่ต้องการ



ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการจัดซื้อข้าวเปลือกจากคนกลาง

4.2 การจัดซื้อจัดหาจากเกษตรกร โดยเกษตรกรจะนำข้าวเปลือกมาขายหน้าโรงสี ตามราคารับซื้อที่ประกาศไว้ ณ. ช่วงเวลานั้นๆ



ภาพประกอบ 14 ขั้นตอนจัดซื้อข้าวเปลือกจากเกษตรกร

หมายเหตุ พื้นที่จัดเก็บเท่ากับ 20,000,000 กิโลกรัม

5. ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้นำเอาวิธีแบบพลวัต มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาคำตอบที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด อยู่ในรูปตัวแบบที่นำเสนอดังนี้

$$\text{MinTC} = \sum_{t=1}^{T} (s_t\, Y_t + p_t\, X_t + h_t I_t) \tag{3.1}$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$I_{t-1} + X_t = d_t + I_t \quad \forall t, \tag{3.2}$$

$$X_t \leq Y_t M \quad \forall t, \tag{3.3}$$

$$Y_t = 0 \text{ or } 1 \quad \forall t, \tag{3.4}$$

$$I_t \leq I_{max} \quad \forall t, \tag{3.5}$$

$$I_t,\ X_t \geq 0 \quad \forall t, \tag{3.6}$$

โดยที่

t = ช่วงเวลาที่ t; t =1,2,..T

TC = ต้นทุนรวมทั้งหมด (บาท)

d_t = ปริมาณความต้องการวัตถุดิบในช่วงเวลา t

M = จำนวนที่มีค่ามากที่ใช้ตัดสินใจในการสั่งซื้อ

พารามิเตอร์

s_t = ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบต่อครั้ง (บาท/ครั้ง)

p_t = ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ (บาท)

h_t = ต้นทุนในการเก็บรักษาวัตถุดิบหน่วยต่อช่วงเวลา (บาท/ครั้ง/ช่วงเวลา)

ตัวแปรตัดสินใจ

Y_t = ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

X_t = ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t

I_t = ปริมาณวัตถุดิบคงคลังปลายงวดที่ t

I_{max} = ปริมาณวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (ข้อจำกัดพื้นที่โกดัง)

สมการ (3.1) เป็นสมการเป้าหมาย ต้องการให้ผลรวมของต้นทุนในระบบคงคลังสินค้ามีค่าต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนราคาวัตถุดิบ และต้นทุนการเก็บรักษา

สมการ (3.2) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีในคลังสินค้า กล่าวคือ ผลรวมของปริมาณสินค้าที่มีอยู่ที่ปลายช่วงเวลาก่อนหน้า (I_{t-1}) กับปริมาณสั่งซื้อวัตถุดิบที่มาถึง (X_t) เท่ากับปริมาณวัตถุดิบที่มีอยู่ปลายช่วงเวลา t (I_t) กับปริมาณความต้องการวัตถุดิบ

สมการ (3.3) ข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (3.4) ตัวแปรตัดสินใจแบบ 0 หรือ 1 ของการสั่งซื้อแต่ละช่วงเวลา

สมการ (3.5) ข้อจำกัดของโกดังเก็บข้าวเปลือก

สมการ (3.6) ปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

6. การพยากรณ์ราคาและปริมาณการใช้ข้าวเปลือก

6.1 การพยากรณ์เพื่อหาราคาข้าวเปลือกในปีถัดไป โดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ในการพยากรณ์ สำหรับพยากรณ์ราคาต่อหน่วยข้าวเปลือก โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมมีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis) การวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Quadratic) การวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Exponential) วิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition) และวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition) โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือน ธันวาคม 2554 จำนวน 36 เดือน

6.2 การพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการใช้ข้าวเปลือกปีถัดไป โดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 สำหรับหาค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการข้าว โดยเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แบบมีแนวโน้ม (Linear Trend) วิธีการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition) วิธีการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive) และวิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)

7. วิเคราะห์ผลของตัวแบบ

การวิเคราะห์ผลของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

7.1 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการวางแผนการสั่งซื้อของกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลการสั่งซื้อข้าวเปลือกของโรงสีตัวอย่างย้อนหลัง 36 เดือน

7.2 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการสั่งซื้อ โดยใช้โปรแกรม LINGO 8 เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากแบบเดิมของโรงสี

7.3 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการสั่งซื้อ เมื่อใช้ราคาและปริมาณความต้องการใช้ข้าวเปลือกจากการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรม LINGO 8 เปรียบเทียบผล

7.4 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในการวางแผนการสั่งซื้อ เมื่อใช้ราคาและปริมาณความต้องการใช้ข้าวเปลือกของปีปัจจุบัน โดยใช้โมเดลฟัซซี่

8. การวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์

การวิเคราะห์ความไวเป็นการศึกษาถึงค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งมีผลกระทบต่อต้นทุนรวมที่ดีที่สุดในการจัดการสินค้าคงคลัง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณได้มาจากการประมาณ โดยใช้ข้อมูลในอดีตแต่เมื่อคำนึงถึงการวางแผนของระบบคง

คลังในอนาคต จะทำให้ค่าพารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อนไปจากค่าเดิม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่สนใจ คือ ค่าต้นทุนรวมคงคลัง

งานวิจัยนี้จะทำการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อศึกษาผลต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคงคลังรวม โดยการวิเคราะห์ความไวจะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงครั้งละร้อยละ10 จนกว่าค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่พิจารณามีต่อไปนี้

1. ต้นทุนการสั่งซื้อ
2. ต้นทุนราคา
3. ต้นทุนการจัดเก็บ

9. ตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่

การกำหนดขนาดปริมาณการสั่งซื้อด้วยวิธีแบบฟัซซี่นั้น ถูกนำมาใช้เนื่องจากราคาและปริมาณความต้องการข้าวเปลือกมีความไม่แน่นอน เกิดการแกว่งของตัวเลข จึงนำวิธีแบบฟัซซี่มาใช้ในการหาปริมาณความต้องการที่ไม่แน่นอนของกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับกรณีศึกษา โดยการกำหนดให้แต่ละตัวแปรเป็นฟัซซี่เชิงปริมาณในลักษณะของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function) โดยทั่วไปแล้วการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกจะเริ่มจากการแปลงอินพุตที่เป็นตัวเลขให้เป็นฟัซซี่เซต โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ความเป็นสมาชิกจะมีลักษณะเป็นการกำหนดโดยใช้ภาษาสามัญ (Linguistic) แล้วจึงสร้างกฎการควบคุม (Rule-base) โดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับเอาต์พุต โดยอาศัยหลักของเหตุและผล ถ้า-แล้ว (If-Then) จากกฎการควบคุมดังกล่าวจะผ่านกระบวนการคำนวณที่เรียกว่าฟัซซี่ฟิเคชัน (Fuzzification) ซึ่งจะแปลงข้อมูลที่เข้ามาไปเป็นฟัซซี่เซต และสร้างส่วนเชื่อมต่อแบบดิฟัซซี่พิเคชัน (Defuzzification) ซึ่งจะแปลงผลลัพธ์สุดท้ายแบบฟัซซี่เซตให้เป็นตัวเลขด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดตัวแปรอินพุตและเอาต์พุต สร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function) ของตัวแปรอินพุตและเอาต์พุต
2. กำหนดกฎการควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและผลลัพธ์ด้วยหลักเหตุและผล
3. สร้างระบบการจำลองสถานการณ์เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม

สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบฟัซซี่ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อนั้น ได้ทำการศึกษาและประยุกต์ใช้จากงานวิจัยของ Suphattra, Varathorn และ Kongkiti (2011) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\text{Minimize} = \sum_{t=1}^{T} ((\tilde{s}_t)_\alpha^L Y_t + (\tilde{p}_t)_\alpha^L X_t + (\check{h}_t)_\alpha^L I_t) \quad (3.7)$$

Subject to :

$$I_{t-1} + X_t - I_t \geq (\tilde{d}_t)_\alpha^L \quad \forall t, \quad (3.8)$$

$$I_{t-1} + X_t - I_t \leq (\tilde{d}_t)_\alpha^U \quad \forall t, \quad (3.9)$$

$$X_t \leq Y_t M \quad \forall t, \quad (3.10)$$

$$Y_t = 0 \text{ or } 1 \quad \forall t, \quad (3.11)$$

$$I_t \leq I_{max} \quad \forall t, \quad (3.12)$$

$$I_t, X_t \geq 0 \quad \forall t, \quad (3.13)$$

โดยที่

$\tilde{s}_t$ = ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้งแบบฟัซซี่ในช่วงเวลาที่ t

$\tilde{p}_t$ = ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบแบบฟัซซี่ในช่วงเวลาที่ t

$\check{h}_t$ = ค่าใช้จ่ายในการถือครองวัตถุดิบแบบฟัซซี่ในช่วงเวลาที่ t

$\tilde{d}_t$ = ความต้องการสินค้าแบบฟัซซี่ในช่วงเวลาที่ t

Y_t = ค่าแสดงการสั่งซื้อโดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อและมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

X_t = ปริมาณการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ t

I_t = วัตถุดิบคงคลังปลายงวดที่ t

I_{max} = ปริมาณวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (ข้อจำกัดพื้นที่โกดัง)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงการผลการดำเนินงานวิจัย การกำหนดขนาดการสั่งซื้อด้วยวิธีการพลวัตและวิธีแบบฟัซซี่ เพื่อหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับโรงสี โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.การเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงสีตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณยอดซื้อข้าวเปลือกหอมมะลิ ที่ผ่านมาในรอบ 36 เดือน ดังแสดงในตาราง 1, 2 และค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 1 แสดงราคาข้าวเปลือก 36 เดือน

ข้อมูลราคาข้าวเปลือกหอมมะลิย้อนหลัง 36 เดือน					
เดือน	ราคา (บาท)	เดือน	ราคา (บาท)	เดือน	ราคา (บาท)
1	13.40	12	15.12	25	13.26
2	14.37	14	14.61	26	12.79
3	14.54	15	13.90	27	13.08
4	14.42	16	13.84	28	13.11
5	14.28	17	13.22	29	13.16
6	14.43	18	12.87	30	13.36
7	15.56	19	13.43	31	14.18
8	15.70	20	14.00	32	14.52
9	15.93	21	14.26	33	14.97
10	15.50	22	14.15	34	15.60
11	13.75	23	14.08	35	14.98
12	15.10	24	13.76	36	15.51

ที่มา: จากข้อมูลที่โรงงานมีอยู่

ตาราง 2 แสดงปริมาณยอดซื้อข้าวเปลือก 36 เดือน

ข้อมูลปริมาณซื้อข้าวเปลือกหอมมะลิย้อนหลัง 36 เดือน					
เดือน	ปริมาณข้าวเปลือก (กก.)	เดือน	ปริมาณข้าวเปลือก (กก.)	เดือน	ปริมาณข้าวเปลือก (กก.)
1	7,483,382	13	10,699,218	25	11,112,719
2	9,566,522	14	10,203,816	26	14,104,548
3	13,294,945	15	12,393,328	27	8,341,937
4	8,398,903	16	8,964,200	28	7,889,037
5	10,508,579	17	9,664,345	29	15,935,603
6	10,004,380	18	11,917,235	30	7,352,831
7	10,773,948	19	9,543,102	31	10,706,646
8	9,593,059	20	9,172,965	32	5,357,736
9	9,486,912	21	11,622,516	33	5,192,014
10	10,919,900	22	11,997,806	34	7,620,492
11	17,700,057	23	14,737,491	35	24,355,936
12	14,953,496	24	15,905,670	36	18,818,217

ที่มา: จากข้อมูลที่โรงงานมีอยู่

การนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับโรงสีตัวอย่างนั้น ต้องทราบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้แทนค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ในตัวแบบทางคณิตศาสตร์จากโรงสี ได้แก่ ต้นทุนในการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ มีรายละเอียดการเก็บข้อมูลดังนี้

ปริมาณความต้องการวัตถุดิบในแต่ละเดือนจากการเก็บรวมรวบข้อมูลจากกรณีศึกษา 36 เดือน เท่ากับ 136,787,716 กิโลกรัม

ต้นทุนการสั่งซื้อ วิเคราะห์จากเงินเดือนพนักงาน ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสั่งซื้อ ต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับ 1,781.40 บาทต่อครั้ง

ต้นทุนราคาวัตถุดิบ ต้นทุนราคาวัตถุดิบได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าเฉลี่ยราคาข้าวเปลือกหอมมะลิต่อเดือนย้อนหลัง 36 เดือน

ต้นทุนการจัดเก็บ ประกอบไปด้วยค่าเก็บรักษาสินค้า ค่าตรวจสอบสินค้าโดยวิเคราะห์จากเงินเดือนพนักงาน ค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า และจากการวิเคราะห์ของฝ่ายบริหาร ต้นทุนในการจัดเก็บเท่ากับ 0.45 บาทต่อกิโลกรัมต่อเดือน

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ของโรงสีตัวอย่าง

เดือน	ปริมาณข้าวเปลือก (d_t) กิโลกรัม	ต้นทุนการสั่งซื้อ (s_t) บาท	ราคา (p_t) บาท	ต้นทุนการจัดเก็บ (h_t) บาท
1	11,112,719	1781.4	13.26	0.45
2	14,104,548	1781.4	12.79	0.45
3	8,341,937	1781.4	13.08	0.45
4	7,889,037	1781.4	13.11	0.45
5	15,935,603	1781.4	13.16	0.45
6	7,352,831	1781.4	13.36	0.45
7	10,706,646	1781.4	14.18	0.45
8	5,357,736	1781.4	14.52	0.45
9	5,192,014	1781.4	14.97	0.45
10	7,620,492	1781.4	15.60	0.45
11	24,355,936	1781.4	14.98	0.45
12	18,818,217	1781.4	15.51	0.45

ที่มา: จากข้อมูลที่โรงงานมีอยู่

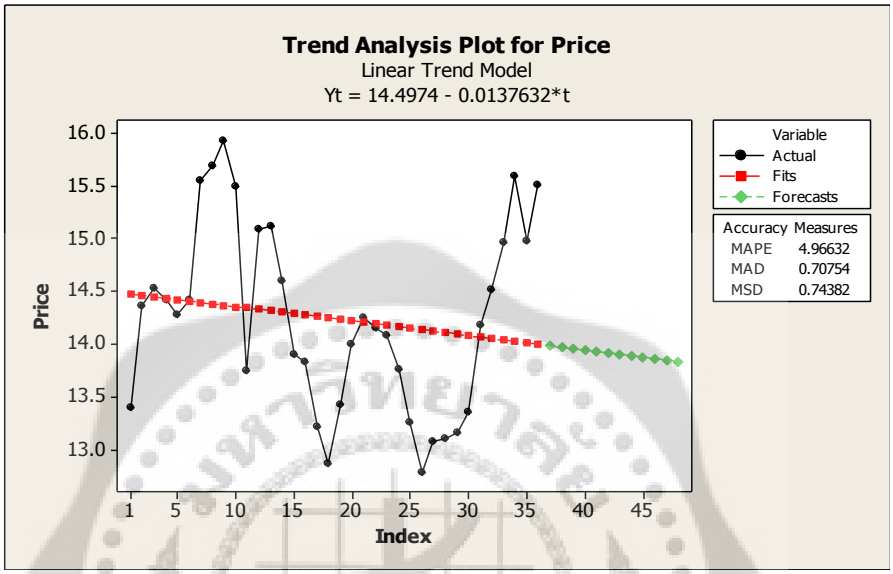
2. การพยากรณ์

การพยากรณ์ หาปริมาณความต้องการข้าวเปลือกและราคาล่วงหน้า 12 เดือน เพื่อใช้ในการวางแผนปริมาณการสั่งซื้อล่วงหน้า ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน แบ่งออกเป็นพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือก โดยเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

2.1 การพยากรณ์เพื่อหาราคาข้าวเปลือกในปีถัดไป โดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 ในการพยากรณ์ สำหรับพยากรณ์ราคาต่อหน่วยข้าวเปลือก โดยใช้วิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมมีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis) การวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Quadratic) การวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Exponential) วิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition) และวิธีแยก

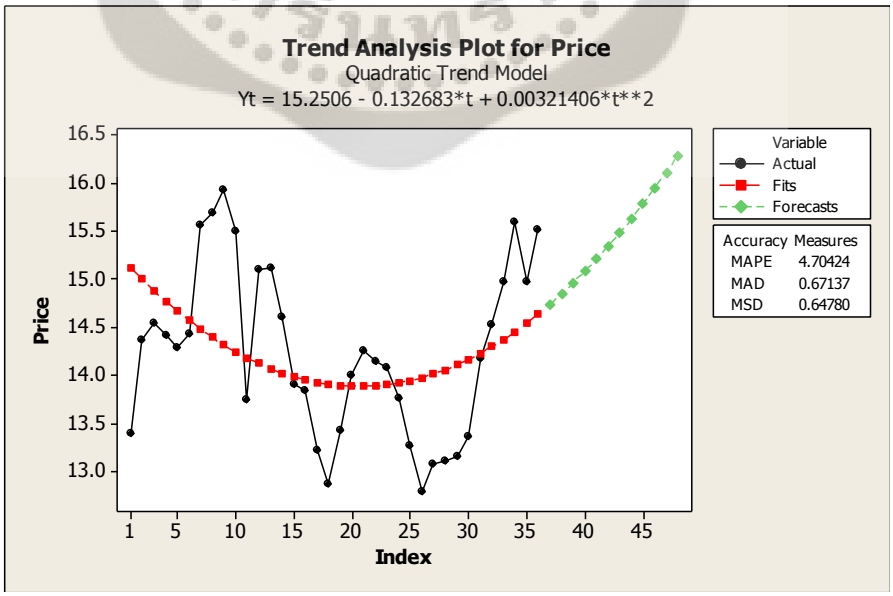
องค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition) โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน มีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 เทคนิคการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมมีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis)



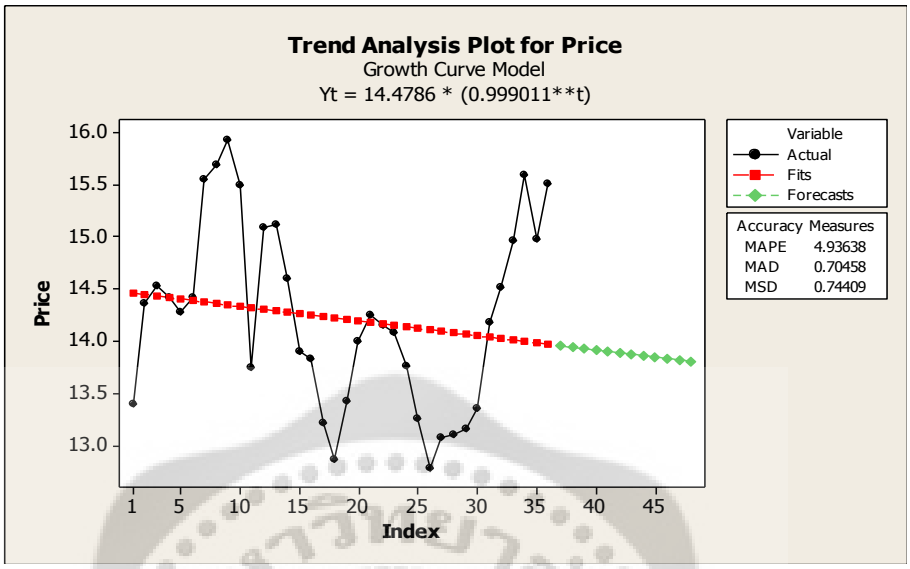
ภาพประกอบ 15 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมมีแนวโน้มเส้นตรง (Trend Analysis)

2.1.2 เทคนิคการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Quadratic)



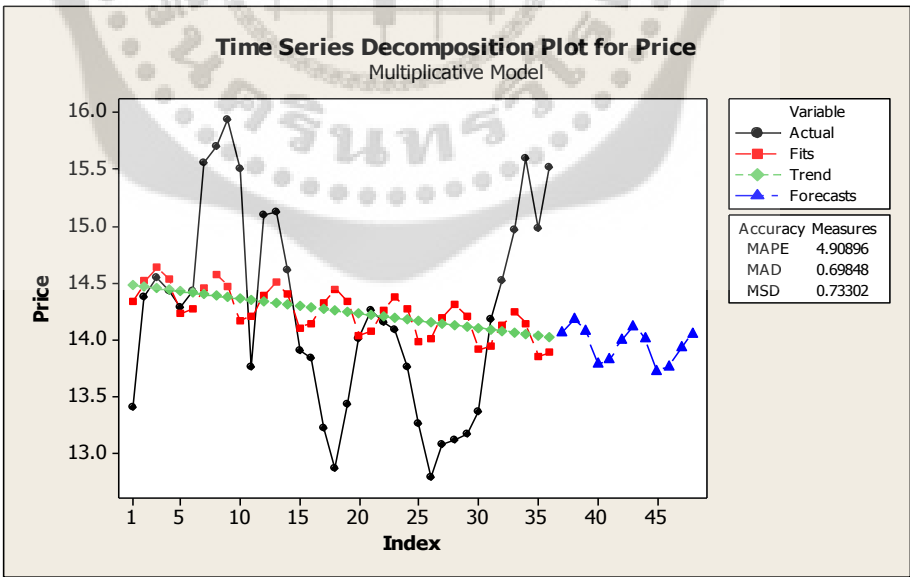
ภาพประกอบ 16 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วย การวิเคราะห์ถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Quadratic)

2.1.3 เทคนิคการพยากรณ์แบบการวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Exponential)



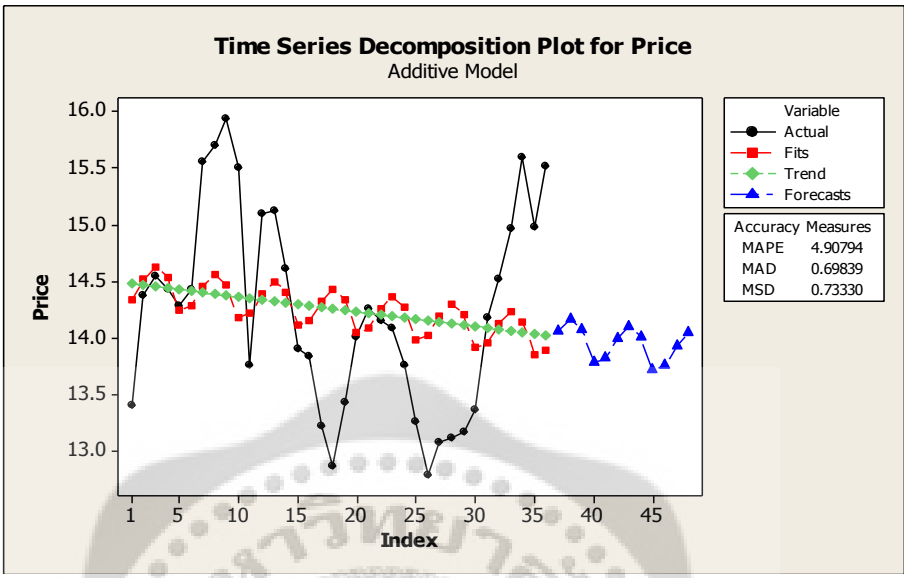
ภาพประกอบ 17 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยการวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม (Exponential)

2.1.4 เทคนิคการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition)



ภาพประกอบ 18 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition)

2.1.5 เทคนิคการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition)



ภาพประกอบ 19 กราฟแสดงการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition)

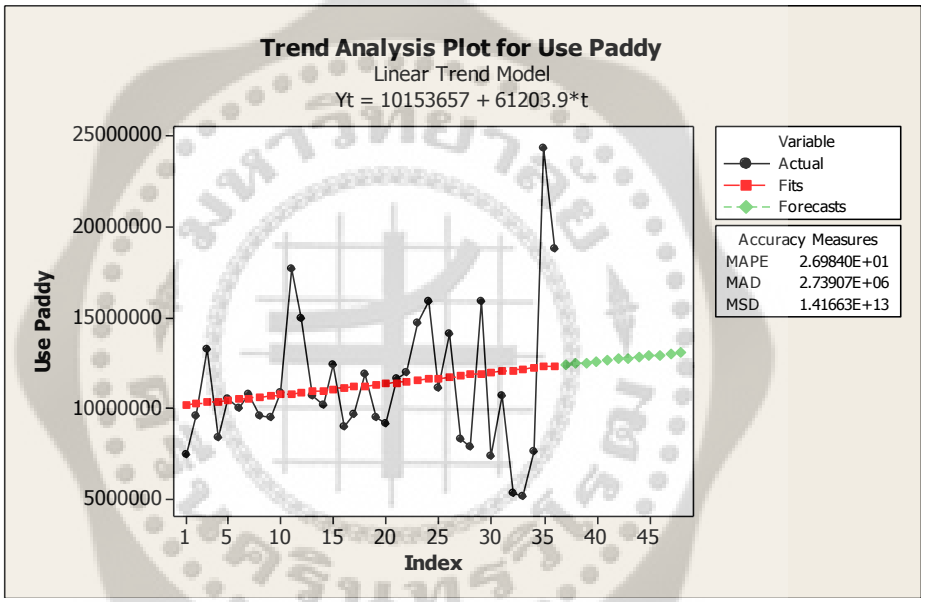
จากการวิเคราะห์ผลจากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกทั้ง 5 วิธี พบว่า วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม Quadratic เป็นวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือก รูปแบบการพยากรณ์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดของราคาต่อหน่วยของข้าวเปลือก ดังตาราง 4 แม้ว่าจะให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAPE) ต่ำสุด เมื่อพิจารณาเส้นพยากรณ์มีรูปแบบใกล้เคียงข้อมูลจริงมากที่สุดด้วย

ตาราง 4 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์เลือกตัวแบบตามเกณฑ์ความผิดพลาด

วิธีพยากรณ์	การเลือกตัวแบบตามเกณฑ์ต่างๆ		
	MAPE	MAD	MSE
Liner Trend Model	4.96632	0.70754	0.74382
Quadratic Trend Model	4.70424	0.67137	0.64780
Growth Curve Model	4.93638	0.70458	0.74409
Time Series Decomposition (Multiplicative Model)	4.90896	0.69848	0.73302
Time Series Decomposition (Additive Model)	4.90794	0.69839	0.73330

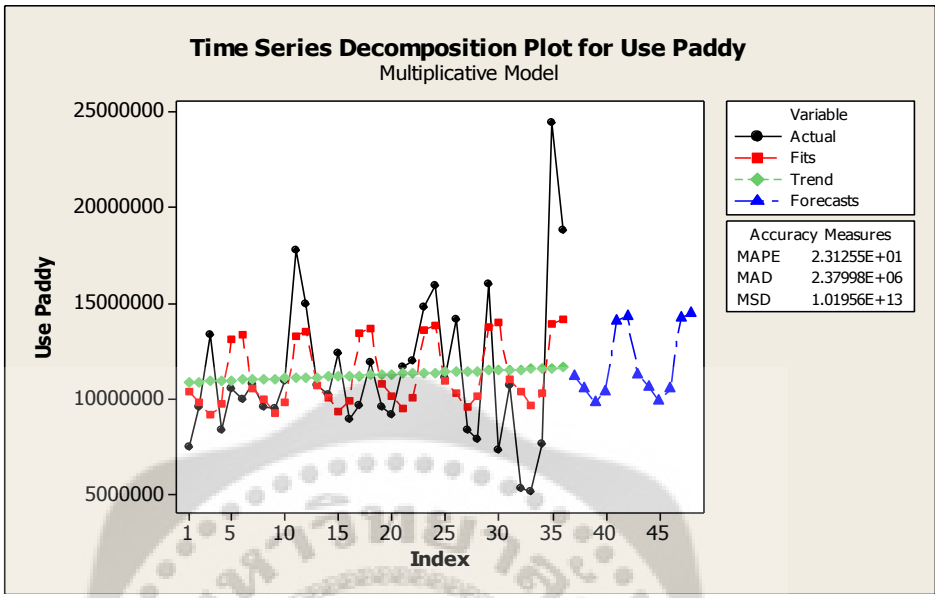
2.2 การพยากรณ์เพื่อหาปริมาณข้าวเปลือกในปีถัดไป โดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 สำหรับหาค่าพยากรณ์ โดยเลือกใช้วิธีการพยากรณ์ 5 วิธี ได้แก่ วิธีการพยากรณ์แบบมีแนวโน้ม (Linear Trend) วิธีการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition) วิธีการพยากรณ์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition) วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive) และ วิธีการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)

2.2.1 เทคนิคการพยากรณ์แบบมีแนวโน้ม (Linear Trend)



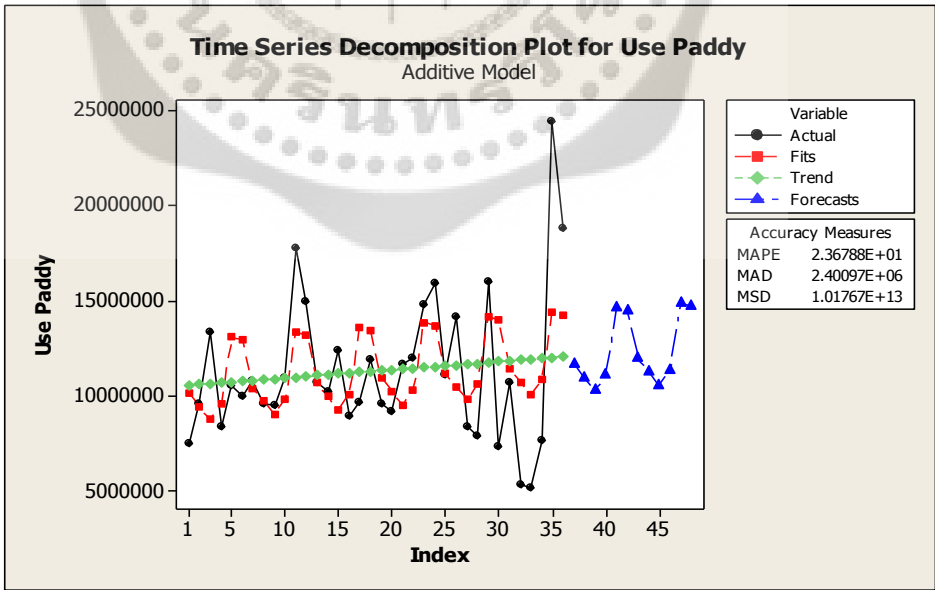
ภาพประกอบ 20 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบมีแนวโน้ม (Linear Trend)

2.2.2 เทคนิคการพยากรณ์แยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition)



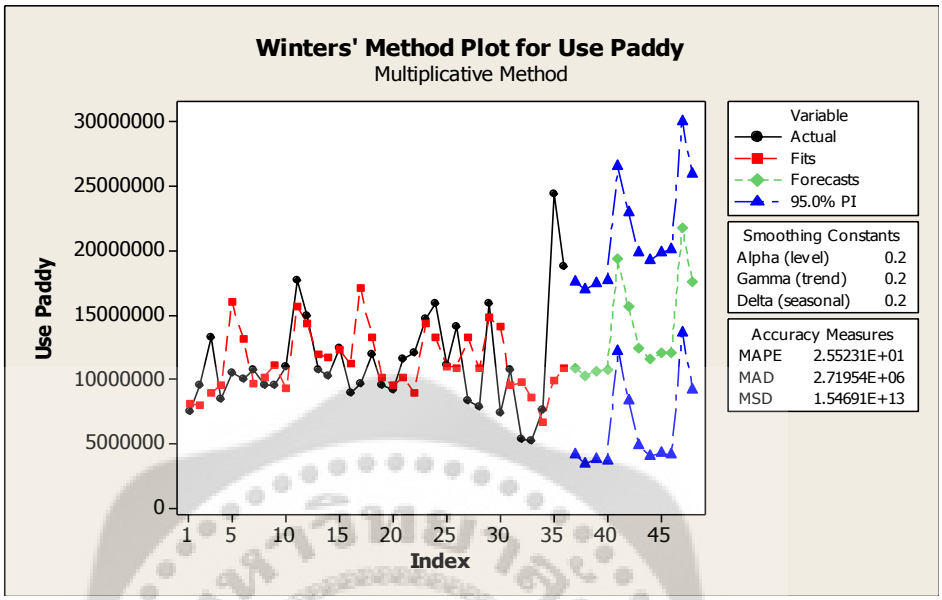
ภาพประกอบ 21 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition)

2.2.3 เทคนิคการพยากรณ์แยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Additive Decomposition)



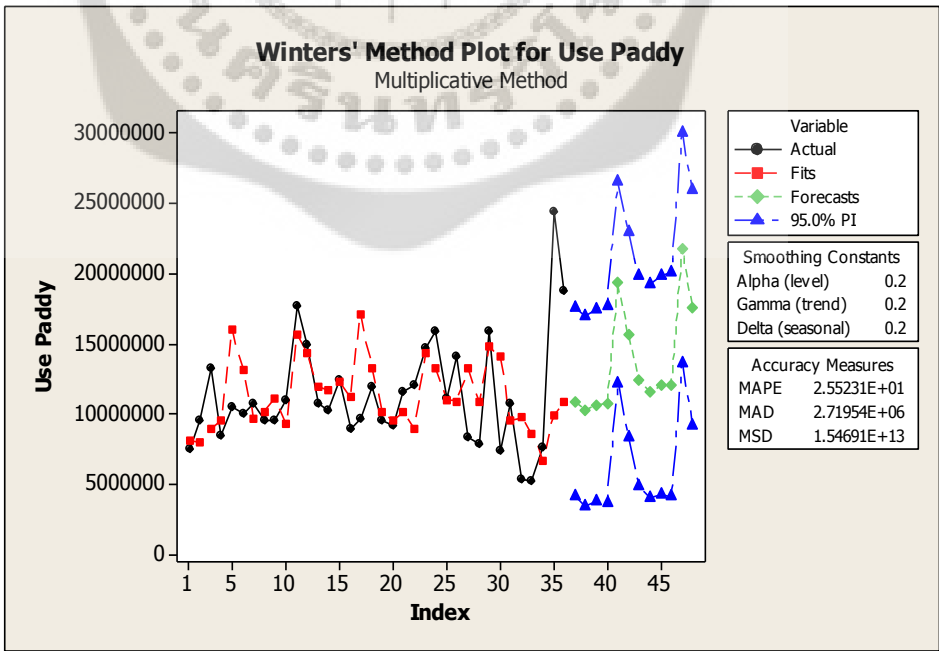
ภาพประกอบ 22 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive Decomposition)

2.2.4 เทคนิคการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive)



ภาพประกอบ 23 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบฤดูกาลของ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงบวก (Additive)

2.2.5 เทคนิคการพยากรณ์แบบฤดูกาลของวินเตอร์ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)



ภาพประกอบ 24 กราฟแสดงการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกด้วยวิธีแบบฤดูกาลของ (Winter's Method) ด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative)

จากการวิเคราะห์ผลจากการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือกทั้ง 5 วิธี พบว่า วิธีการวิเคราะห์แบบแยกองค์ประกอบด้วยตัวแบบเชิงคูณ (Multiplicative Decomposition) เป็นวิธีที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณข้าวเปลือก และแสดงค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดของราคาต่อหน่วยของข้าวเปลือก รูปแบบการพยากรณ์ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดของราคาต่อหน่วยของข้าวเปลือก ดังตาราง 5 แม้ว่าจะให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAPE) ต่ำสุด เมื่อพิจารณาเส้นพยากรณ์มีรูปแบบใกล้เคียงข้อมูลจริงมากที่สุดด้วย

ตาราง 5 แสดงผลสรุปการวิเคราะห์เลือกตัวแบบตามเกณฑ์ความผิดพลาด

วิธีพยากรณ์	การเลือกตัวแบบตามเกณฑ์ต่าง ๆ		
	MAPE	MAD	MSE
Liner Trend Model	2.69840E+01	2.73907E+06	1.41663E+13
Time Series Decomposition (Multiplicative Model)	2.31255E+01	2.37998E+06	1.01956E+13
Time Series Decomposition (Additive Model)	2.36788E+01	2.40097E+06	1.01767E+13
Winters' Method (Additive Method)	2.53160E+01	2.69338E+06	1.41036E+13
Winters' Method (Multiplicative Method)	2.55231E+01	2.71954E+06	1.54691E+13

3. ค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและค่าพยากรณ์ปริมาณการใช้ข้าวเปลือก

เมื่อทำการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและปริมาณความต้องการข้าวเปลือกโดยใช้โปรแกรม MINITAB 14 มาช่วยทำการพยากรณ์ ซึ่งค่าที่ได้จากการพยากรณ์จะนำไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อแบบประหยัดด้วยวิธีการแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing) ค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกปีตัวอย่าง เลือกใช้วิธีแบบวิเคราะห์การถดถอยเมื่ออนุกรมเวลามีแนวโน้ม Quadratic และค่าพยากรณ์ปริมาณความต้องการข้าวเปลือก เลือกใช้วิธีแบบ Time Series Decomposition (Multiplicative Model) ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงค่าพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกและปริมาณข้าวเปลือกของปีตัวอย่าง

ข้อมูลราคาข้าวเปลือกปีตัวอย่าง		
เดือน	ราคา (บาท)	ปริมาณข้าวเปลือก (กก.)
1	14.74	11,139,830
2	14.85	10,502,993
3	14.96	9,775,066
4	15.09	10,377,864
5	15.21	14,040,737
6	15.35	14,297,399
7	15.49	11,261,846
8	15.63	10,617,824
9	15.79	9.881.743
10	15.95	10,490,914
11	16.11	14,193,411
12	16.29	1,445,256

4. การวิเคราะห์ผลจากตัวแบบการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยตัวแบบพลวัต

การแก้ปัญหาตัวแบบที่นำเสนอ เพื่อนำไปใช้กับกรณีศึกษา โดยนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและประมาณค่า ได้แก่ ปริมาณความต้องการใช้ข้าวเปลือก ต้นทุนการสั่งซื้อ ราคาต่อหน่วยวัตถุดิบ ต้นทุนในการเก็บรักษาวัตถุดิบ เพื่อนำไปแทนค่าในตัวแบบที่นำเสนอดังสมการ

$$MinTC = 1781.4\sum_{t=1}^{12} Y_t + 13.26X_1 + 12.79 + 13.08X_3 + 13.05X_4 + 13.11X_5 + 13.16X_6 + 14.18X_7 + 14.52X_8 + 14.97X_9 + 15.60X_{10} + 14.98X_{11} + 15.51X_{12} + 0.45\sum_{t=1}^{12} I_t \quad (4.1)$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$X_1 + I_0 - I_1 = 11{,}112{,}719 \quad (4.2)$$

$$X_2 + I_1 - I_2 = 14{,}104{,}548 \quad (4.3)$$

$$X_3 + I_2 - I_3 = 8{,}341{,}937 \quad (4.4)$$

$$X_4 + I_3 - I_4 = 7{,}889{,}037 \quad (4.5)$$

$X_5 + I_4 - I_5 = 15{,}935{,}603$ (4.6)

$X_6 + I_5 - I_6 = 7{,}352{,}831$ (4.7)

$X_7 + I_6 - I_7 = 10{,}706{,}646$ (4.8)

$X_8 + I_7 - I_8 = 5{,}357{,}735$ (4.9)

$X_9 + I_8 - I_9 = 5{,}192{,}014$ (4.10)

$X_{10} + I_9 - I_{10} = 7{,}620{,}492$ (4.11)

$X_{11} + I_{10} - I_{11} = 24{,}355{,}936$ (4.12)

$X_{12} + I_{11} - I_{12} = 18{,}818{,}217$ (4.13)

$999{,}999{,}999Y_t \leq X_t\ ,\ \forall t$ (4.14)

$I_t \leq 20{,}000{,}000,\ \forall t$ (4.15)

Y_t is binary (4.16)

$I_0 = 0$ (4.17)

$I_t \geq 0\ ,\forall t$ (4.18)

$X_t \geq 0\ ,\ \forall t$ (4.19)

สมการ (4.1) เป็นสมการต้นทุนรวม ประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ

สมการ (4.7-4.13) แสดงปริมาณวัตถุดิบคงคลัง

สมการ (4.14) ข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (4.15) ข้อจำกัดของโกดังเก็บข้าวเปลือก

สมการ (4.16) ตัวแปรตัดสินใจแบบ 0 หรือ 1

สมการ (4.17) กำหนดให้วัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลาที่ 0 มีค่าเท่ากับ 0

สมการ (4.18-4.19) กำหนดให้ปริมาณวัตถุดิบคงคลังและปริมาณการสั่งซื้อมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 ในทุกช่วงเวลา

การวิเคราะห์ผลการวางแผนการสั่งซื้อของโรงสีด้วยวิธีปัจจุบัน โดยใช้ข้อมูลการสั่งซื้อของโรงสี มีต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับ 21,376.80 บาทต่อปี ต้นทุนราคาเท่ากับ 1,931,177,150.26 บาทต่อปี และต้นทุนการจัดเก็บเท่ากับ 61,554,472.20 บาทต่อปี ซึ่งมีต้นทุนคงคลังรวมเท่ากับ 1,992,752,999.26 บาทต่อปี

4.1 จากการวิเคราะห์ผลจากตัวแบบที่นำเสนอในการวางแผนการสั่งซื้อในปีปัจจุบัน ด้วยโปรแกรม LINGO 8 ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงผลการใส่ข้อมูลค่าจริงปีปัจจุบัน ในโมเดล Dynamic Lot Sizing

T	Demand กก.	P_t (บาท/กก.)	S_t (บาท/ครั้ง)	y	X	I
1	11,112,719	13.26	1781.4	1	11,112,719	0
2	14,104,548	12.79	1781.4	1	14,104,548	0
3	8,341,937	13.08	1781.4	1	8,341,937	0
4	7,889,037	13.11	1781.4	1	7,889,037	0
5	15,935,603	13.16	1781.4	1	15,935,603	0
6	7,352,831	13.36	1781.4	1	27,352,831	20,000,000
7	10,706,646	14.18	1781.4	0	0	9,293,354
8	5,357,736	14.52	1781.4	0	0	3,935,618
9	5,192,014	14.97	1781.4	1	8,876,888	7,620,492
10	7,620,492	15.60	1781.4	0	0	0
11	24,355,936	14.98	1781.4	1	43,174,153	18,818,217
12	18,818,217	15.51	1781.4	0	0	0
Total	**136,787,716.00**			**8**	**136,787,716**	**59,667,681**

จากตาราง 7 ได้ต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับ14,251.20 บาทต่อปี ต้นทุนราคาเท่ากับ 1,895,071,816.83 บาทต่อปี และต้นทุนการจัดเก็บเท่ากับ 26,850,456.45 บาทต่อปี และมีต้นทุนคงคลังรวม เท่ากับ 1,921,936,524.48 บาท

4.2 จากการวิเคราะห์ผลจากตัวแบบที่นำเสนอในการวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า ด้วยโปรแกรม LINGO 8 โดยใช้ค่าการพยากรณ์ราคาและปริมาณความต้องการข้าวเปลือก ดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการใส่ค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน ในโมเดล Dynamic Lot Sizing

T	Demand กก.	P_t (บาท/กก.)	S_t (บาท/ครั้ง)	y	X	I
1	11,139,830	14.74	1781.40	1	11,139,830	0
2	10,502,993	14.85	1781.40	1	10,502,993	0
3	9,775,066	14.96	1781.40	1	9,775,066	0
4	10,377,864	15.09	1781.40	1	10,377,864	0
5	14,040,737	15.21	1781.40	1	14,040,737	0
6	14,297,399	15.35	1781.40	1	14,297,399	0
7	11,261,846	15.49	1781.40	1	11,261,846	0
8	10,617,824	15.63	1781.40	1	10,617,824	0
9	9,881,743	15.79	1781.40	1	9,881,743	0
10	10,490,914	15.95	1781.40	1	10,490,914	0
11	14,193,411	16.11	1781.40	1	14,193,411	0
12	1,445,256	16.29	1781.40	1	1,445,256	0
Total	**128,024,883**			**12**	**128,024,883**	**0**

จากตาราง 8 ได้ต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับ 21,376.80 บาทต่อปี ต้นทุนราคาเท่ากับ 1,971,996,635.17 บาทต่อปี ไม่มีต้นทุนการจัดเก็บ และมีต้นทุนคงคลังรวม เท่ากับ 1,972,018,011.97 บาทต่อปี

จากตัวแบบที่นำเสนอ ผู้วิจัยได้นำเอาข้อมูลจริงของกรณีศึกษา โดยนำข้อมูลปริมาณความต้องการวัตถุดิบ ราคา และต้นทุนการจัดเก็บย้อนหลัง 36 เดือน แทนค่าในสมการ และใช้โปรแกรม LINGO8 ช่วยในการคำนวณ จากนั้นจึงนำผลลัพธ์จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับวิธีการเดิมของกรณีศึกษา ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการวิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบต้นทุนคงคลังรวมของตัวแบบที่นำเสนอกับโรงสี

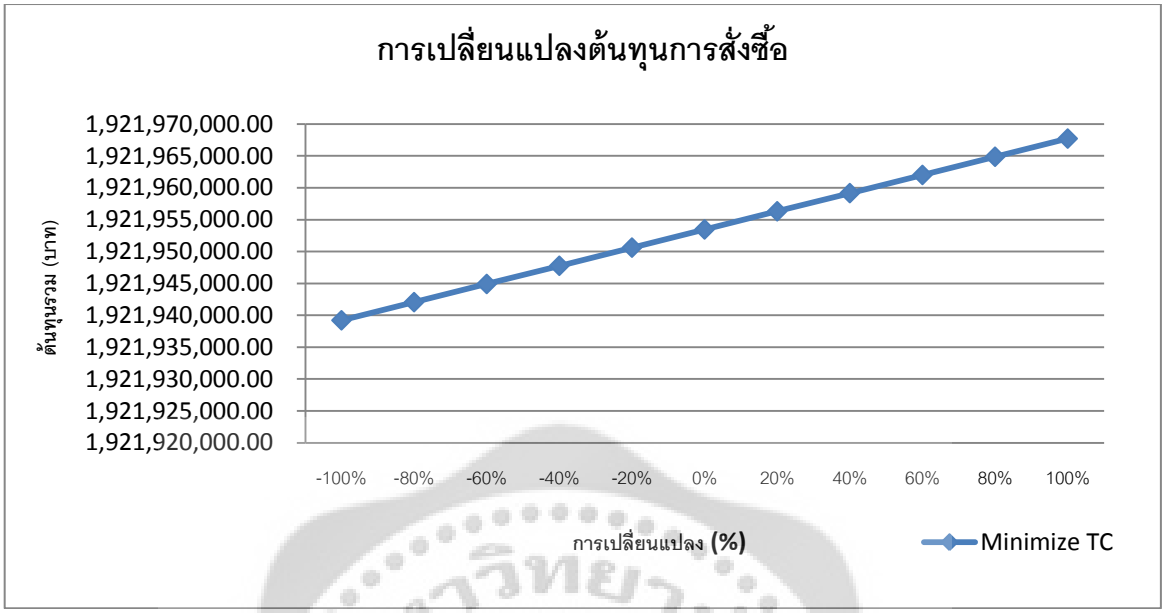
เปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนรวม (บาท)	วิธีสั่งซื้อแบบเดิม	วิธีสั่งซื้อจากแบบจำลอง	ความแตกต่าง (บาท)	ความแตกต่าง %
ข้อมูลการใช้จริง	1,992,752,999.26	1,921,936,524.48	70,816,474.78	3.55
ข้อมูลจากค่าพยากรณ์	-	1,972,018,011.97	-	-

พบว่าต้นทุนคงคลังรวมของแบบจำลองต่ำกว่าแบบเดิมของกรณีศึกษาอยู่ 70,816,474.78 บาทต่อปี เนื่องจากต้นทุนการสั่งซื้อต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บต่ำกว่าของกรณีศึกษา ซึ่งเกิดจากวิธีการสั่งซื้อของกรณีศึกษาที่สั่งซื้อข้าวเปลือกจากการตัดสินใจโดยผู้บริหาร ทำให้มีต้นทุนคงคลังรวมสูงกว่าแบบจำลอง

5. วิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์

การวิเคราะห์ความไวเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ ซึ่งอาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวมของระบบคงคลัง โดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ดังนี้ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ

5.1 ต้นทุนการสั่งซื้อ

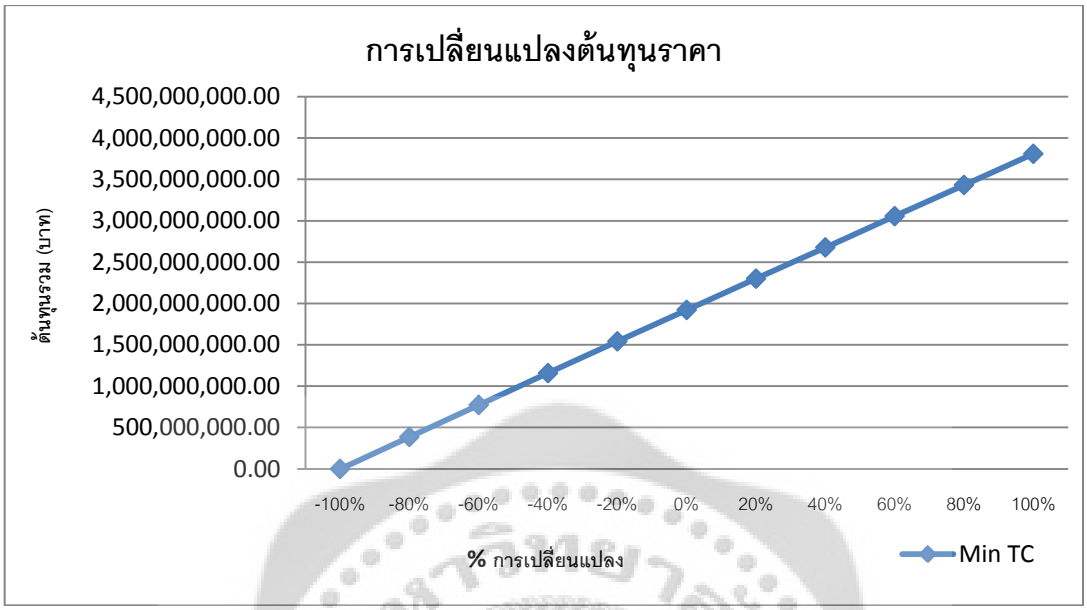


ภาพประกอบ 25 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนการสั่งซื้อ

ตาราง 10 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการสั่งซื้อ

พารามิเตอร์	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
y	12	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
x	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00
I	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00	59,667,681.00
pt	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35	13.35
	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15
	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95	12.95
	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05	13.05
	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20	13.20
	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45
	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05
	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70	14.70
	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40
	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20	16.20
	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40	15.40
st	0.00	356.28	712.56	1068.84	1425.12	1781.40	2137.68	2493.96	2850.24	3206.52	3562.80
ht	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Min TC	1,921,939,217.43	1,921,942,067.67	1,921,944,917.91	1,921,947,768.15	1,921,950,618.39	1,921,936,524.48	1,921,956,318.87	1,921,959,169.11	1,921,962,019.35	1,921,964,869.59	1,921,967,719.83
%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

5.2 ต้นทุนราคา

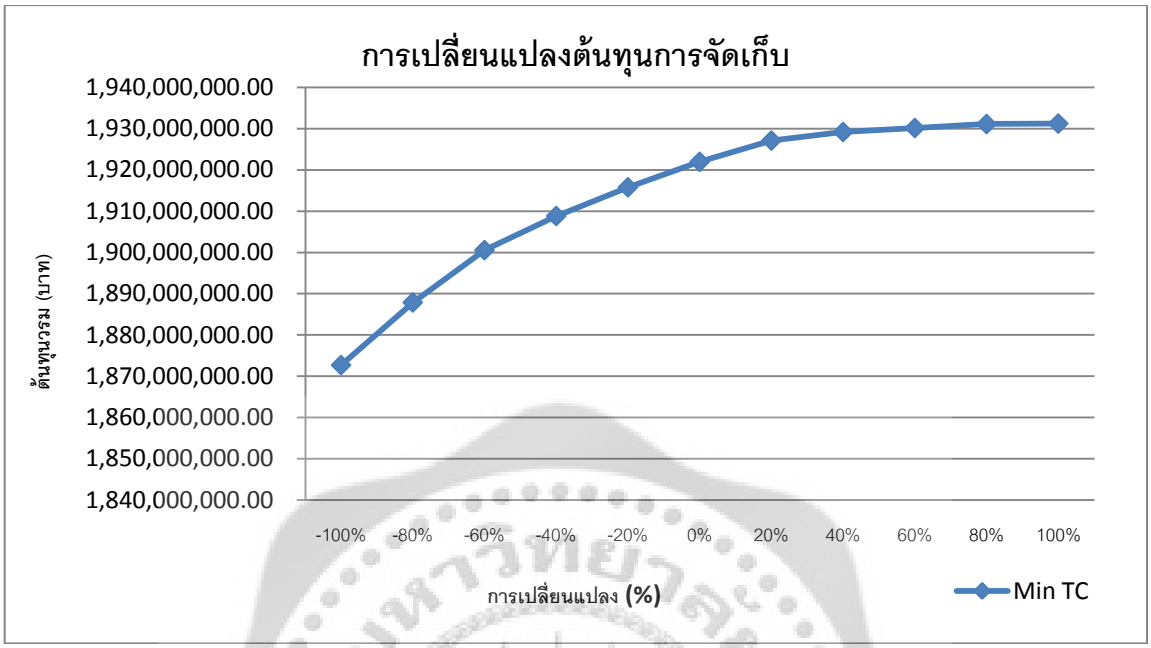


ภาพประกอบ 26 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคา

ตาราง 11 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนราคา

พารามิเตอร์	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
y	12	12	12	11	9	8	8	8	7	7	7
x	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00
I	0	0	0	10,706,646.00	29,042,610.00	59,667,681.00	68,544,569.00	77,421,457.00	85,763,394.00	85,763,394.00	85,763,394.00
p_t	0.00	2.65	5.30	7.96	10.61	13.26	15.91	18.57	21.22	23.87	26.52
	0.00	2.56	5.12	7.67	10.23	12.79	15.35	17.91	20.46	23.02	25.58
	0.00	2.62	5.23	7.85	10.46	13.08	15.70	18.31	20.93	23.54	26.16
	0.00	2.62	5.24	7.87	10.49	13.11	15.73	18.35	20.98	23.60	26.22
	0.00	2.63	5.26	7.90	10.53	13.16	15.79	18.42	21.06	23.69	26.32
	0.00	2.67	5.34	8.02	10.69	13.36	16.03	18.70	21.38	24.05	26.72
	0.00	2.84	5.67	8.51	11.34	14.18	17.02	19.85	22.69	25.52	28.36
	0.00	2.90	5.81	8.71	11.62	14.52	17.42	20.33	23.23	26.14	29.04
	0.00	2.99	5.99	8.98	11.98	14.97	17.96	20.96	23.95	26.95	29.94
	0.00	3.12	6.24	9.36	12.48	15.60	18.72	21.84	24.96	28.08	31.20
	0.00	3.00	5.99	8.99	11.98	14.98	17.98	20.97	23.97	26.96	29.96
	0.00	3.10	6.20	9.31	12.41	15.51	18.61	21.71	24.82	27.92	31.02
s_t	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40
h_t	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Min TC	21376.8	386,260,195.68	772,499,014.56	1,158,286,372.91	1,542,204,215.87	1,921,936,524.48	2,300,172,300.90	2,678,160,334.09	3,055,656,969.46	3,432,788,341.01	3,809,919,712.55
%	-100.00	-79.90	-59.81	-39.73	-19.76	0	19.68	39.35	58.99	78.61	98.23

5.3 ต้นทุนการจัดเก็บ



ภาพประกอบ 27 ผลการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์การเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บ

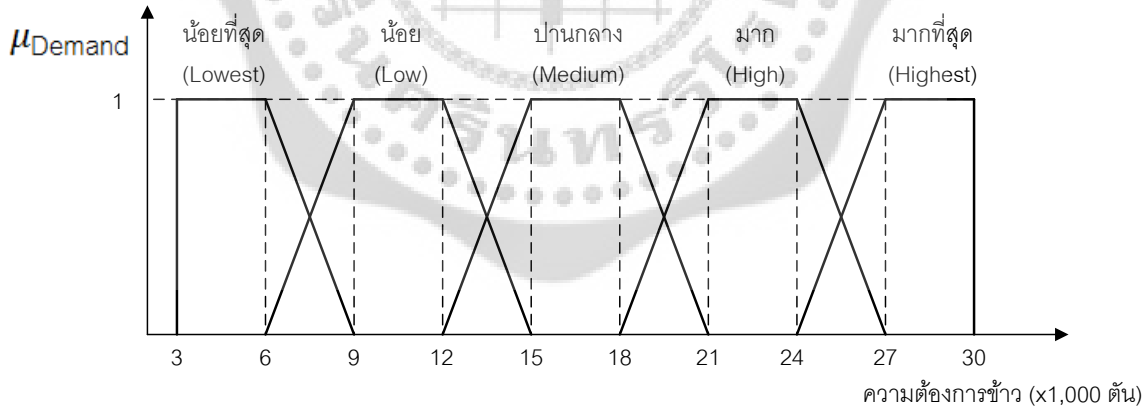
ตาราง 12 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนการจัดเก็บ

พารามิเตอร์	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
y	10	7	7	7	8	8	9	10	11	11	11
x	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00	136,787,716.00
I	191,197,725.00	156,240,786.00	113,082,426.00	85,763,394.00	68,544,569.00	59,667,681.00	29,042,610.00	18,327,138.00	10,706,646.00	10,706,646.00	0
pt	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26	13.26
	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79	12.79
	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08
	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11	13.11
	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16	13.16
	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36	13.36
	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18	14.18
	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52	14.52
	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97	14.97
	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60	15.60
	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98	14.98
	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51	15.51
st	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40	1781.40
ht	0.00	0.09	0.18	0.27	0.36	0.45	0.54	0.63	0.72	0.81	0.90
Min TC	1,872,713,548.36	1,887,883,601.85	1,900,560,357.81	1,908,825,443.91	1,915,784,457.42	1,921,936,524.48	1,927,097,802.97	1,929,177,645.67	1,930,143,025.21	1,931,106,623.35	1,931,215,471.21
%	-2.56	-1.77	-1.11	-0.68	-0.32	0	0.27	0.38	0.43	0.48	0.48

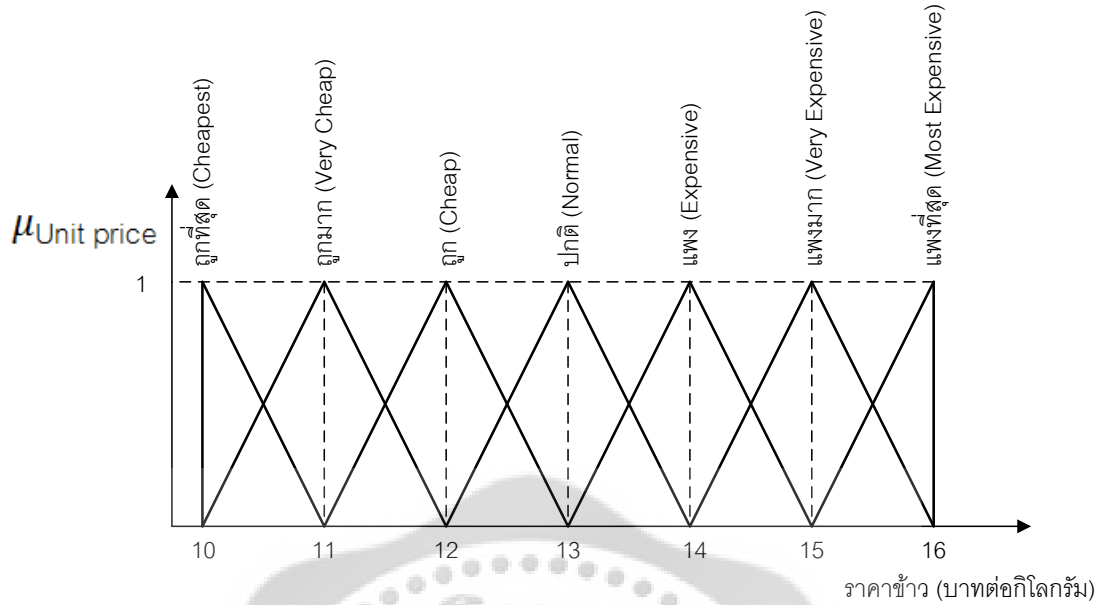
จากการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ต่างๆ ข้างต้น พบว่าต้นทุนส่วนเพิ่มในการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ เพิ่มขึ้นจะทำให้ต้นทุนรวมสูงขึ้น และถ้าต้นทุนส่วนเพิ่มในการสั่งซื้อ ต้นทุนราคา และต้นทุนการจัดเก็บ ลดลงก็จะส่งผลให้ต้นทุนรวมลดลง ในส่วนต้นทุนที่มีค่าความไวของพารามิเตอร์มากที่สุดและส่งผลต่อต้นทุนรวมมากที่สุดคือต้นทุนราคา ต้นทุนการจัดเก็บ และต้นทุนการสั่งซื้อ ตามลำดับ เนื่องจากต้นทุนราคา เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น 20% ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 2,300,172,300.90 บาท คิดเป็น 19.68% มีผลกระทบต่อโรงสีมากที่สุด ต้นทุนการจัดเก็บเมื่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ 20% ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 1,927,097,802.97 คิดเป็น 0.27% และต้นทุนการสั่งซื้อ เมื่อการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้น 20% ต้นทุนรวมเพิ่มขึ้น 1,921,956,318.87 คิดเป็น 0% น้อยที่สุด ไม่ส่งผลต่อต้นทุนรวมมากนัก

6. การหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยตัวแบบฟัซซี่

จากการวิเคราะห์การหาปริมาณการสั่งซื้อของกรณีศึกษานั้นพบว่ามีความไม่แน่นอน (Uncertainty) เกิดขึ้น โดยจะเห็นได้จากราคาข้าวและปริมาณความต้องการข้าวที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงได้ทำการพัฒนาตัวแบบให้มีการพิจารณาราคาข้าวและปริมาณความต้องการสินค้าเป็นแบบฟัซซี่ โดยการเก็บข้อมูลในตาราง 3 ความต้องการข้าวและราคาข้าวนั้นสามารถกำหนดตัวเลขฟัซซี่สำหรับฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกได้ดังภาพประกอบที่ 28-29 และตาราง 13



ภาพประกอบ 28 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของความต้องการข้าว



ภาพประกอบ 29 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของราคาข้าว

ตาราง 13 ความต้องการข้าว (x1,000 ตัน) และราคาข้าว (บาทต่อกิโลกรัม)

ช่วงเวลา	ความต้องการ (Demand)		ราคาข้าวต่อกิโลกรัม (Unit price)	
(t)	ระดับพยากรณ์	ตัวเลขฟัซซี่	ระดับพยากรณ์	ตัวเลขฟัซซี่
1	น้อย	(6, 9, 12, 15)	ปกติ	(12, 13, 14)
2	ปานกลาง	(12, 15, 18, 21)	ปกติ	(12, 13, 14)
3	น้อย	(6, 9, 12, 15)	ปกติ	(12, 13, 14)
4	น้อย	(6, 9, 12, 15)	ปกติ	(12, 13, 14)
5	ปานกลาง	(12, 15, 18, 21)	ปกติ	(12, 13, 14)
6	น้อยที่สุด	(3, 3, 6, 9)	ปกติ	(12, 13, 14)
7	น้อย	(6, 9, 12, 15)	แพง	(13, 14, 15)
8	น้อยที่สุด	(3, 3, 6, 9)	แพงมาก	(14, 15, 16)
9	น้อยที่สุด	(3, 3, 6, 9)	แพงมาก	(14, 15, 16)
10	น้อย	(6, 9, 12, 15)	แพงที่สุด	(15, 16, 16)
11	มาก	(18, 21, 24, 27)	แพงมาก	(14, 15, 16)
12	ปานกลาง	(12, 15, 18, 21)	แพงที่สุด	(15, 16, 16)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถกำหนดตัวแบบสำหรับการหาปริมาณการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} MinTC \;=\; & 1781.4\sum_{t=1}^{12} Y_t + ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_1 + ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_2 + \\ & ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_3 + ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_4 + ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_5 + \\ & ((13\alpha + 12(1-\alpha))X_6 + ((14\alpha + 13(1-\alpha))X_7 + ((15\alpha + 14(1-\alpha))X_8 + \\ & ((15\alpha + 14(1-\alpha))X_9 + ((16\alpha + 15(1-\alpha))X_{10} + ((15\alpha + 14(1-\alpha))X_{11} + \\ & ((16\alpha + 15(1-\alpha))X_{12} + 0.45\sum_{t=1}^{12} I_t \end{aligned} \tag{4.19}$$

ภายใต้เงื่อนไข

$$X_1 + I_0 - I_1 \geq 9\times10^6\alpha + 6\times10^6(1-\alpha) \tag{4.20}$$

$$X_1 + I_0 - I_1 \leq 12\times10^6\alpha + 15\times10^6(1-\alpha) \tag{4.21}$$

$$X_2 + I_1 - I_2 \geq 15\times10^6\alpha + 12\times10^6(1-\alpha) \tag{4.22}$$

$$X_2 + I_1 - I_2 \leq 18\times10^6\alpha + 21\times10^6(1-\alpha) \tag{4.23}$$

$$X_3 + I_2 - I_3 \geq 9\times10^6\alpha + 6\times10^6(1-\alpha) \tag{4.24}$$

$$X_3 + I_2 - I_3 \leq 12\times10^6\alpha + 15\times10^6(1-\alpha) \tag{4.25}$$

$$X_4 + I_3 - I_4 \geq 9\times10^6\alpha + 6\times10^6(1-\alpha) \tag{4.26}$$

$$X_4 + I_3 - I_4 \leq 12\times10^6\alpha + 15\times10^6(1-\alpha) \tag{4.27}$$

$$X_5 + I_4 - I_5 \geq 15\times10^6\alpha + 12\times10^6(1-\alpha) \tag{4.28}$$

$$X_5 + I_4 - I_5 \leq 18\times10^6\alpha + 21\times10^6(1-\alpha) \tag{4.29}$$

$$X_6 + I_5 - I_6 \geq 3\times10^6\alpha + 3\times10^6(1-\alpha) \tag{4.30}$$

$$X_6 + I_5 - I_6 \leq 6\times10^6\alpha + 9\times10^6(1-\alpha) \tag{4.31}$$

$$X_7 + I_6 - I_7 \geq 9\times10^6\alpha + 6\times10^6(1-\alpha) \tag{4.32}$$

$$X_7 + I_6 - I_7 \leq 12\times10^6\alpha + 15\times10^6(1-\alpha) \tag{4.33}$$

$$X_8 + I_7 - I_8 \geq 3\times10^6\alpha + 3\times10^6(1-\alpha) \tag{4.34}$$

$$X_8 + I_7 - I_8 \leq 6\times10^6\alpha + 9\times10^6(1-\alpha) \tag{4.35}$$

$$X_9 + I_8 - I_9 \geq 3\times10^6\alpha + 3\times10^6(1-\alpha) \tag{4.36}$$

$$X_9 + I_8 - I_9 \leq 6\times10^6\alpha + 9\times10^6(1-\alpha) \tag{4.37}$$

$$X_{10} + I_9 - I_{10} \geq 9\times10^6\alpha + 6\times10^6(1-\alpha) \tag{4.38}$$

$$X_{10} + I_9 - I_{10} \leq 12\times10^6\alpha + 15\times10^6(1-\alpha) \tag{4.39}$$

$$X_{11} + I_{10} - I_{11} \geq 21\times10^6\alpha + 18\times10^6(1-\alpha) \tag{4.40}$$

$$X_{11} + I_{10} - I_{11} \leq 24\times10^6\alpha + 27\times10^6(1-\alpha) \tag{4.41}$$

$$X_{12} + I_{11} - I_{12} \geq 15\times10^6\alpha + 12\times10^6(1-\alpha) \tag{4.42}$$

$$X_{12} + I_{11} - I_{12} \leq 18\times10^6\alpha + 21\times10^6(1-\alpha) \tag{4.43}$$

$$999{,}999{,}999Y_t \leq X_t\,,\ \forall t \tag{4.44}$$

Y_t is binary , $\forall t$ (4.45)

$$I_t \leq 20{,}000{,}000, \quad \forall t \tag{4.46}$$

$$I_0 = 0 \tag{4.47}$$

$$X_t, I_t \geq 0\,, \ \forall t \tag{4.48}$$

$$\alpha \in [0,1] \tag{4.49}$$

สมการ (4.19) เป็นสมการต้นทุนรวมแบบฟัซซี่ ประกอบด้วยต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนราคาแบบฟัซซี่และต้นทุนการจัดเก็บ

สมการ (4.20-4.43) แสดงปริมาณวัตถุดิบคงคลังโดยพิจารณาความต้องการแบบฟัซซี่

สมการ (4.44) ข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

สมการ (4.45) ตัวแปรตัดสินใจแบบ 0 หรือ 1

สมการ (4.46) ข้อจำกัดของโกดังเก็บข้าวเปลือก

สมการ (4.47) กำหนดให้วัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลาที่ 0 มีค่าเท่ากับ 0

สมการ (4.48) กำหนดให้ปริมาณการสั่งซื้อและปริมาณวัตถุดิบคงคลังมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 ในทุกช่วงเวลา

สมการ (4.49) ค่าปรับระดับฟัซซี่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

เมื่อทำการหาแผนการสั่งซื้อจากโมเดลฟัซซี่ที่นำเสนอโดยการปรับค่า α ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ทำให้ได้แผนการสั่งซื้อตามตาราง 14-24 ตามลำดับ ซึ่งแผนการสั่งซื้อที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกับการพิจารณาปริมาณความต้องการและต้นทุนราคาแบบฟัซซี่ ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและค่า α นั้นมีลักษณะความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงดังแสดงในภาพประกอบ 30

ตาราง 14 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	6	0
2	1	12	0
3	1	6	0
4	1	6	0
5	1	12	0
6	1	21	18
7	0	0	12
8	0	0	9
9	0	0	6
10	0	0	0
11	1	30	12
12	0	0	0
รวม	7	93	57
ต้นทุน	12,469.80	1,176,000,000	25,650,000
ต้นทุนรวม	1,201,662,469.80		

ตาราง 15 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.1

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	6.3	0
2	1	12.3	0
3	1	6.3	0
4	1	6.3	0
5	1	12.3	0
6	1	21.6	18.6
7	0	0	12.3
8	0	0	9.3
9	0	0	6.3
10	0	0	0
11	1	30.6	12.3
12	0	0	0
รวม	7	95.7	58.8
ต้นทุน	12,469.80	1,219,170,000	26,460,000
ต้นทุนรวม	1,245,642,469.80		

ตาราง 16 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.2

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	6.6	0
2	1	12.6	0
3	1	6.6	0
4	1	6.6	0
5	1	12.6	0
6	1	22.2	19.2
7	0	0	12.6
8	0	0	9.6
9	0	0	6.6
10	0	0	0
11	1	31.2	12.6
12	0	0	0
รวม	7	98.4	60.6
ต้นทุน	12,469.80	1,262,880,000	27,270,000
ต้นทุนรวม	1,290,162,469.80		

ตาราง 17 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.3

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	6.9	0
2	1	12.9	0
3	1	6.9	0
4	1	6.9	0
5	1	12.9	0
6	1	22.8	19.8
7	0	0	12.9
8	0	0	9.9
9	0	0	6.9
10	0	0	0
11	1	31.8	12.9
12	0	0	0
รวม	7	101.1	62.4
ต้นทุน	12,469.80	1,307,130,000	28,080,000
ต้นทุนรวม	1,335,222,469.80		

ตาราง 18 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.4

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	7.2	0
2	1	13.2	0
3	1	7.2	0
4	1	7.2	0
5	1	13.2	0
6	1	23	20
7	1	4	13.2
8	0	0	10.2
9	0	0	7.2
10	0	0	0
11	1	32.4	13.2
12	0	0	0
รวม	8	103.8	63.8
ต้นทุน	14,251.20	1,352,320,000	28,710.00
ต้นทุนรวม	1,381,044,251.20		

ตาราง 19 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.5

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	7.5	0
2	1	13.5	0
3	1	7.5	0
4	1	7.5	0
5	1	13.5	0
6	1	23	20
7	1	1	13.5
8	0	0	10.5
9	0	0	7.5
10	0	0	0
11	1	33	13.5
12	0	0	0
รวม	8	106.5	65
ต้นทุน	14,251.20	1,398,250,000	29,250,000
ต้นทุนรวม	1,427,514,251.20		

ตาราง 20 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.6

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	7.8	0
2	1	13.8	0
3	1	7.8	0
4	1	7.8	0
5	1	13.8	0
6	1	23	20
7	1	1.6	13.8
8	0	0	10.8
9	0	0	7.8
10	0	0	0
11	1	33.6	13.8
12	0	0	0
รวม	8	109.2	66.2
ต้นทุน	14,251.20	1,444,720,000	29,790,000
ต้นทุนรวม	1,474,524,251.20		

ตาราง 21 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.7

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	8.1	0
2	1	14.1	0
3	1	8.1	0
4	1	8.1	0
5	1	14.1	0
6	1	23	20
7	1	2.2	14.1
8	0	0	11.1
9	0	0	8.1
10	0	0	0
11	1	34.2	14.1
12	0	0	0
รวม	8	111.9	69.6
ต้นทุน	14,251.20	1,491,730,000	30,330,000
ต้นทุนรวม	1,522,074,251.20		

ตาราง 22 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.8

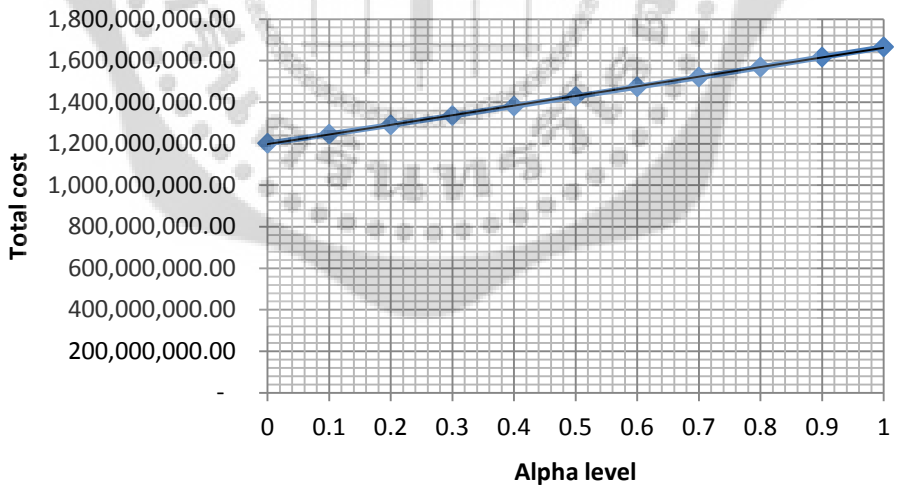
ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	8.4	0
2	1	14.4	0
3	1	8.4	0
4	1	8.4	0
5	1	14.4	0
6	1	23	20
7	1	2.8	14.4
8	0	0	11.4
9	0	0	8.4
10	0	0	0
11	1	34.8	14.4
12	0	0	0
รวม	8	114.6	68.6
ต้นทุน	14,251.20	1,539,280,000.00	30,870,000
ต้นทุนรวม	1,570,164,251.20		

ตาราง 23 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 0.9

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	8.7	0
2	1	14.7	0
3	1	8.7	0
4	1	8.7	0
5	1	14.7	0
6	1	23	20
7	1	3.4	14.7
8	0	0	11.7
9	0	0	8.7
10	0	0	0
11	1	35.4	14.7
12	0	0	0
รวม	8	117.3	69.8
ต้นทุน	14,251.20	1,587,370,000	31,410,000
ต้นทุนรวม	1,618,794,251.20		

ตาราง 24 การวางแผนการสั่งซื้อเมื่อค่า α = 1

ช่วงเวลา (t)	Y_t	X_t (x1,000 ตัน)	I_t (x1,000 ตัน)
1	1	9	0
2	1	15	0
3	1	9	0
4	1	9	0
5	1	15	0
6	1	23	20
7	1	4	15
8	0	0	12
9	0	0	9
10	0	0	0
11	1	36	15
12	0	0	0
รวม	8	120	71
ต้นทุน	14,251.20	1,636,000,000	31,950,000
ต้นทุนรวม	1,667,964,251.20		



ภาพประกอบ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนรวมและค่า α

จากตัวแบบสำหรับการหาปริมาณการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ที่นำเสนอนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในระบบการจัดการสินค้าคงคลัง เนื่องจากใช้การกำหนดค่าข้อมูลเป็นแบบฟัซซี่ที่พิจารณาปริมาณความต้องการและราคาข้าวเป็นตัวเลขฟัซซี่ ซึ่งต่างจากตัวแบบสั่งซื้อแบบพลวัตที่กำหนดค่าต่าง ๆเป็นตัวเลขคงที่ ซึ่งในความเป็นจริงนั้นการที่จะกำหนดตัวเลขต่าง ๆนั้นมักจะ

อาศัยการพยากรณ์หรือการคาดคะเน แต่สำหรับการใช้ตัวเลขฟัซซี่นั้นจะเป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของค่าต่างๆ ขึ้นเป็นฟังก์ชันตามค่าที่เป็นไปได้ ซึ่งสามารถเลือกและปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ในตัวแบบได้ง่าย ดังนั้นตัวแบบฟัซซี่ที่นำเสนอนั้นมีความยืดหยุ่น (Flexible) มากกว่าตัวแบบสั่งซื้อแบบพลวัต โดยตัวแบบฟัซซี่สามารถช่วยให้ผู้ที่ทำการกำหนดและวางแผนคงคลังสินค้านั้นสามารถทำการปรับเปลี่ยนและวางแผนการคงคลังสินค้าในแต่ละช่วงเวลาได้อย่างสอดคล้องกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น จากภาพประกอบที่ 29 สามารถเขียนสมการ Triangular Membership Function สำหรับค่า α และต้นทุนรวม (TC) ได้ดังต่อไปนี้

$$\mu_{\alpha}(\mathrm{TC}) = \begin{cases} 0, & \mathrm{TC} < 1{,}201{,}662{,}469.80 \\ \left(\dfrac{\mathrm{TC} - 1{,}201{,}662{,}469.80}{466{,}301{,}781.40}\right), & 1{,}201{,}662{,}469.80 \leq \mathrm{TC} \leq 1{,}667{,}964{,}251.2 \\ 1, & \mathrm{TC} > 1{,}667{,}964{,}251{,}2 \end{cases}$$

จากแผนการสั่งซื้อข้าวที่ได้จากการปรับค่า α ที่ได้ในตารางที่ 14-24 จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันไปตามระดับของค่า α กล่าวคือที่ระดับ α = 0-0.3 แผนการสั่งซื้อที่ได้นั้นจะมีการสั่งซื้อข้าวในระดับความต้องการที่ต่ำตามการกำหนดลักษณะของฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิก จึงมีการสั่งซื้อข้าวเพียง 7 ครั้ง ได้แก่ ช่วงเวลาที่ 1-6 และ 11 แต่เมื่อมีการกำหนดระดับ α ที่สูงขึ้น (0.4-1) แผนการสั่งซื้อที่ได้นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากปริมาณความต้องการข้าวนั้นจะถูกพิจารณาให้มีค่าเพิ่มขึ้น ประกอบกับข้อจำกัดข้อพื้นที่ในการจัดเก็บข้าว จึงส่งผลให้แผนการสั่งซื้อที่ได้นั้นจะมีการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 8 ครั้ง (ในปริมาณที่แตกต่างกัน) ได้แก่ ช่วงเวลาที่ 1-7 และ 11 ซึ่งผลที่ได้จากตัวแบบฟัซซี่นี้จะทำให้เกิดแผนการสั่งซื้อที่ต่างกันในสถานการณ์ต่างๆ

ในตัวแบบที่นำเสนอทั้ง 2 วิธี ผู้วิจัยได้นำแผนการสั่งซื้อที่คำนวณได้จากตัวแบบมาใช้ โดยแทนค่าตัวเลขจริง และตัวเลขจากค่าพยากรณ์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปีปัจจุบันและปีตัวอย่างดังตาราง 25

ตาราง 25 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการสั่งซื้อด้วยวิธีแบบพลวัตและวิธีแบบฟัซซี่

ต้นทุนรวม (บาท)	วิธีสั่งซื้อแบบเดิม (บาท)	วิธีสั่งซื้อแบบพลวัต (บาท)	วิธีสั่งซื้อแบบฟัซซี่ (บาท)	
			สั่งซื้อ 7 ครั้ง	สั่งซื้อ 8 ครั้ง
ปีปัจจุบัน				
ข้อมูลการใช้จริง	1,992,752,999.26	1,921,936,524.48	1,201,662,469.80	1,667,964,251.20
ปีตัวอย่าง				
ข้อมูลการใช้จริง	2,372,801,772.35	2,104,742,391.05	2,142,490,644.40	2,339,116,007.11
ข้อมูลจากค่าพยากรณ์	2,190,372,453.83	1,985,517,693.69	2,004,042,560.36	2,208,895,539.10
ความแตกต่าง (บาท)	182,429,318.52	119,224,697.36	138,448,084.04	130,220,468.01
ความแตกต่าง (%)	7.69	5.66	6.46	5.57

ตาราง 25 เมื่อทำการวางแผนการสั่งซื้อด้วยตัวแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing Model) จากการคำนวณด้วยโปรแกรม LINGO จะได้การสั่งซื้อเท่ากับ 8 ครั้ง โดยนำค่าจริงปีปัจจุบัน มาคำนวณหาต้นทุนคงคลังรวมต่ำที่สุดพบว่า วิธีการสั่งซื้อแบบพลวัตเท่ากับ 1,992,752,999.26 บาทต่อปี ลดลงจากวิธีสั่งซื้อแบบเดิมของโรงสีอยู่ 70,816,474.78 บาทต่อปี ส่วนวิธีการสั่งซื้อด้วยวิธีแบบฟัซซี่ (Fuzzy Dynamic Lot Sizing Model) จะได้การสั่งซื้อเท่ากับ 7 และ 8 ครั้ง และได้ค่าต้นทุนรวมต่ำที่สุดดีกว่าวิธีการแบบพลวัต ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการกำหนดค่าตัวเลขฟังก์ชันความเป็นสมาชิกด้วย ส่วนข้อมูลจากค่าพยากรณ์ปีตัวอย่าง พิจารณาข้อมูลการใช้จริงเทียบกับค่าพยากรณ์เท่ากับ 182,429,318.52 บาทต่อปี และใช้ค่าข้อมูลจริงเทียบกับค่าพยากรณ์ด้วยสั่งซื้อวิธีแบบพลวัต ทำการสั่งซื้อ 8 ครั้งพบว่าต้นทุนรวมมีค่าต่ำกว่าแบบเดิมที่โรงสีใช้อยู่ 119,224,697.36 บาทต่อปี และวิธีการสั่งซื้อแบบฟัซซี่จะได้การสั่งซื้อเท่ากับ 7 ครั้ง มีค่าความแตกต่างเท่ากับ 138,448,084.04 บาทต่อปีและ 8 ครั้ง มีค่าความแตกต่างเท่ากับ 130,220,468.01 บาทต่อปี ต้นทุนรวมที่ได้ไม่ใช่ค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีสั่งซื้อแบบพลวัต

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการหาปริมาณการสั่งซื้อข้าวด้วยวิธีกำหนดการเชิงพลวัต (Dynamic Lot Sizing) และวิธีการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ (Fuzzy Dynamic Lot Sizing) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและปรับปรุงวิธีการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อข้าวของโรงสีตัวอย่าง โดยในการสร้างตัวแบบการสั่งซื้อนั้นจะทำการพิจารณาหาต้นทุนการคงคลังสินค้าที่ต่ำที่สุด ซึ่งต้นทุนคงคลังสินค้านั้นประกอบไปด้วย (1) ต้นทุนการสั่งซื้อ (2) ต้นทุนวัตถุดิบ และ (3) ต้นทุนการจัดเก็บ โดยการกำหนดช่วงเวลาในการสั่งซื้อนั้นจะทำการพิจารณาเป็น 12 ช่วงเวลาต่อปี

ในการศึกษาวิจัยนั้นได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงสีตัวอย่าง ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่มีทั้งความผันแปรและคงที่ตลอดทุกช่วงเวลา โดยข้อมูลที่มีความผันแปรไปในแต่ละช่วงเวลา ได้แก่ ความต้องการข้าวและราคาข้าว สำหรับข้อมูลที่มีความคงที่ตลอดทุกช่วงเวลา ได้แก่ ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้งและต้นทุนในการจัดเก็บข้าวต่อช่วงเวลา

สำหรับตัวแบบวิธีกำหนดการพลวัตนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนการคงคลังสินค้ากับต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของโรงสีในช่วงเวลาที่ผ่านมา โดยในการศึกษาวิจัยได้สร้างตัวแบบวิธีกำหนดการพลวัตจากข้อมูลความต้องการข้าวจริงและความต้องการข้าวที่ได้มาจากการพยากรณ์ ซึ่งความต้องการข้าวที่ได้มาจากการพยากรณ์นั้นได้มีการพิจารณาเลือกมาจากเทคนิคการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด และทำการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์เพื่อศึกษาถึงความเปลี่ยนแปลงของตัวแบบเมื่อค่าพารามิเตอร์บางตัวมีความผันแปรไป

ในการใช้งานตัวแบบพลวัตนั้น มีความจำเป็นที่จำต้องมีระบบการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ดี รวมถึงมีต้องมีการกำหนดค่าปริมาณความต้องการล่วงหน้าและราคาข้าวที่มีความแน่นอนและถูกต้อง โดยเมื่อทำการกำหนดค่าปริมาณความต้องการล่วงหน้า ราคาข้าว ต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการจัดเก็บที่สอดคล้องกับค่าที่จะเกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาต่างๆแล้วนั้น จะทำให้ได้แผนการสั่งซื้อที่มีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้เป็นแผนการสั่งซื้อและคงคลังได้เป็นอย่างดี

สำหรับการสร้างตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่นั้น ได้ทำการพิจารณาข้อมูลที่มีความผันแปรไปในแต่ละช่วงเวลา (ความต้องการข้าวและราคาข้าว) ซึ่งมีความไม่แน่นอนนั้นให้อยู่ในรูปแบบของพารามิเตอร์แบบฟัซซี่ โดยกำหนดตัวเลขฟัซซี่สำหรับฟังก์ชั่นความเป็นสมาชิกเพื่อให้เกิดความสะดวกและเหมาะสมต่อการกำหนดตัวแบบการสั่งซื้อที่ข้อมูลมีความไม่แน่นอน

ในการใช้งานตัวแบบฟัซซี่นั้น สามารถทำได้โดยการกำหนดข้อมูลปริมาณความต้องการล่วงหน้าและราคาข้าวเป็นค่าฟัซซี่แบบสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมคางหมู ส่วนต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการจัดเก็บนั้นถูกพิจารณาเป็นตัวเลขคงที่ ซึ่งเมื่อทำการกำหนดค่าต่างๆในตัวแบบฟัซซี่

แล้วนั้น การกำหนดแผนการสั่งซื้อและคงคลังยังสามารถทำการปรับระดับของค่า α เพื่อให้เกิดทางเลือก (Alternative) สำหรับแผนการสั่งซื้อในแต่งละช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้ โดยการเปรียบเทียบตัวแบบพลวัตและตัวแบบฟัซซี่นั้นสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

หัวข้อ	**ตัวแบบพลวัต**	**ตัวแบบฟัซซี่**
ปริมาณความต้องการ	ตัวเลขคงที่	ตัวเลขฟัซซี่
ราคาข้าว	ตัวเลขคงที่	ตัวเลขฟัซซี่
ต้นทุนในการสั่งซื้อ	ตัวเลขคงที่	ตัวเลขคงที่
ต้นทุนในการจัดเก็บ	ตัวเลขคงที่	ตัวเลขคงที่
การพยากรณ์ความต้องการ	จำเป็น	ไม่จำเป็น
การเก็บรวมรวบข้อมูล	จำเป็น	ไม่จำเป็น
ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนแผนและหาทางเลือก	ไม่สามารถทำได้	สามารถทำได้โดยการปรับค่า α
ความเหมาะสมของข้อมูล	สถานการณ์ที่ข้อมูลมีความแน่นอน	สถานการณ์ที่ข้อมูลมีความไม่แน่นอน

จากการสร้างตัวแบบวิธีกำหนดการพลวัตจากข้อมูลความต้องการจริงและค่าพยากรณ์รวมทั้งการสร้างตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่สำหรับโรงสีตัวอย่างนั้น สามารถสรุปผลการศึกษาและวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ตัวแบบวิธีกำหนดการพลวัตที่นำเสนอนั้น สามารถกำหนดปริมาณและช่วงเวลาในการสั่งซื้อที่มีความสอดคล้องกับความต้องการข้าวและราคาข้าวที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา โดยการพิจารณาต้นทุนรวมทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถหาคำตอบของต้นทุนการคงคลังสินค้าที่ต่ำที่สุด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลกับวิธีการสั่งซื้อของโรงสีในช่วงเวลาที่ผ่านมา สามารถลดต้นทุนลงได้ 70,816,474.78 บาทต่อปี (จาก 1,992,752,999.26 บาทต่อปี เป็น 1,921,936,524.48 บาทต่อปี)

2. ตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ที่นำเสนอนั้น ช่วยให้พนักงานสามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ของปริมาณความต้องการข้าวและราคาข้าวในรูปแบบของตัวเลขฟัซซี่ที่มีความสอดคล้องกับการพิจารณาข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน เนื่องจากในสถานการณ์จริงการระบุค่าความต้องการข้าวและราคาข้าวล่วงหน้าที่แน่นอนนั้นไม่สามารถทำได้จริง ดังนั้นการพิจารณาข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบของตัวเลขฟัซซี่นั้นมีความเหมาะสมมากกว่า นอกจากนั้นการปรับค่า α ช่วยให้สามารถหาแผนการสั่งซื้อที่เหมาะสมได้

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ในระบบการคงคลังสินค้าของโรงสีตัวอย่างนั้นไม่เคยมีการเก็บข้อมูลไว้ ในงานวิจัยนี้จึงอาศัยประสบการณ์ของผู้เกี่ยวข้องมาทำการสร้างตัวแบบการสั่งซื้อแบบฟัซซี่ แต่การใช้ตัวแบบที่อิงตามประสบการณ์อาจมีความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นจึงควรมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียดแล้วใช้ตัวแบบ Stochastic Dynamic Lot Sizing ที่อ้างอิงตามความน่าจะเป็นนั้นจะได้ตัวแบบที่แม่นยำกว่า

2.2 การวางแผนรายเดือนอาจมีความละเอียดน้อยเกินไป ดังนั้นเมื่อมีระบบการเก็บข้อมูลที่ดีกว่านี้ ควรสร้างตัวแบบสำหรับการวางแผนรายสัปดาห์ซึ่งมีความยืดหยุ่นต่อการดำเนินการมากกว่า

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การจัดการสินค้าคงคลัง. (2555). *ความหมายของคลังสินค้า.* สืบค้นมื่อ 12 มีนาคม 2555, จาก http://www.bestwitted.com

ชนันท์ สุวรรณรัตน์. (2555). *ขั้นตอนการสีข้าว.* สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2555, จาก http://www.gotoknow.com

ชุมพล ศฤงคารศิริ. (2545). *การวางแผนและควบคุมการผลิต.* กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

ธนัญญา วสุกรี; และ วลัยลักษณ์ อัตธีรวงส์. (2551). *คู่มือผู้เข้าอบรมการบริหารสินค้าคงคลัง*. กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาหลักสูตรและฝึกอบรมโลจิสติกส์และซัพพลายเชน สำนักงานการอุดมศึกษาแห่งชาติ.

ผดุงชาติ มงคลแถลง. (2551). *การสร้างแบบจำลองสินค้าคงคลังกรณีความต้องการสินค้ามีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มและผลผลิตที่ได้รับเป็นแบบตรรกะคลุมเครือ.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโยลีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

พงสกร ศรีทองคำ. (2549). *วิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมโดยการประมาณสำหรับปัญหาปริมาณการสั่งซื้อหรือผลิตแบบประหยัดของสินค้าคงคลังหลายชนิดที่มีข้อจำกัดเชิงสมรรถภาพร่วมกัน*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (การจัดการวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. ถ่ายเอกสาร.

พัชราภรณ์ เนียมมณี. (2552). *ตัวแบบการจัดสรรทรัพยากร.* กรุงเทพฯ: โครงการส่งเสริมและพัฒนาเอกสารวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

พรสรวง เฉตรไชสง (2547). *การกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบเมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่ และต้นทุนการซื้อต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

พิภพ ลลิตาภรณ์. (2552). *การบริหารพัสดุคงคลัง.* กรุงเทพฯ: สมาคมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2545). *การบริหารการผลิตในงานอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

ยุทธนา พันธุ์กลมศิลป์. (2545). *การพัฒนาแบบจำลองความต้องการน้ำชลประทานโดยใช้ฟัซซี่ลอจิก.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมชลประทาน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วราธร ปัญญางาม; และคนอื่นๆ. (2550, ตุลาคม). *การหาประสิทธิภาพด้วยตัวแบบการวิเคราะห์ความครอบคลุมข้อมูลภายใต้ความไม่แน่นอนอย่างสุ่มและอย่างคลุมเครือ: กรณีอัตราผลตอบแทนคงที่.* การประชุมวิชาการเครือข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. 328-333.

วรินทร์ เกียรตินุกูล. (2548). *การประยุกต์การวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า โดยใช้เทคนิคการโปรแกรมเชิงเส้น กรณีศึกษา: การจัดซื้อวัตถุดิบจากอเมริกาในอุตสาหกรรมกระดาษ.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

วรรณวนัช บุ่งสุด. (2548). *การสร้างเครื่องมือสำหรับจัดอันดับข้อกำหนดทางเทคนิคในการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพโดยใช้ตัวเลขฟัซซี่.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วิกิพีเดีย. (2555). *ข้าวหอมมะลิ.* สืบค้นเมื่อ 12 มีนาคม 2555, จาก http://th.wikipedia.org/wiki/ข้าวหอมมะลิ

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล. (2536). *ทฤษฎีสินค้าคงคลัง.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา จำกัด.

วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. (2542). *การวิจัยดำเนินงาน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สุปัญญา ไชยชาญ. (2543). *การบริหารการผลิต.* กรุงเทพฯ: บริษัท พี.เลฟวิ่ง จำกัด.

สรณธร ไกรภิญญามาศ; และ อรรถกร เก่งพล. (2554, กันยายน). *การพัฒนากลยุทธการสั่งซื้อวัสดุ กรณีศึกษา: การสั่งซื้อวัสดุในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์.* การประชุมวิชาการด้านการวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ. 204-207.

อัศม์เดช วานิชชินชัย. *ระบบการจัดการสินค้าคงคลัง.* สืบค้นมื่อ 12 มีนาคม 2555, จาก http://thailandindustry.com

อาคม ชินวงศ์. (2550). *แบบจำลองสินค้าคงคลังที่มีความต้องการแน่นอนและผันแปรตามเวลา กรณีศึกษา : โรงงานผลิตแหนบรถยนต์.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.

Heizer, J; & Render, B. (2005). *Operation Management*. 7th ed. USA: Pearson Education LTD.

Hung-Chi Chang; Jing-Shing Yao b; & Liang-Yug Ouyang. (2006). *Fuzzy mixture inventory model involving fuzzy random variable lead time demand and fuzzy total demand.* European Journal of Operational Research. 169: 65–80.

M. Sakawa; & I. Nishizaki. (2001). *Interactive fuzzy programming for two-level linear fractional programming problems*. Fuzzy Sets and Systems. 119: 31-40.

Nadjib Brahimi; et.al. (2006). *Single Item Lot zing Problem*, European Journal of Operational Research. 168: 1-16.

Stock, R.J. and Lambert M.D. (2001). *Strategic Logistics Management*, 4th ed., McGraw-Hill Irwin, Singapore.

Suphattra K.; Varathorn P.; & Kongkiti P. (2011). *The Single Item Lot Sizing Problem wh Fuzzy Parameters*: *A Possibility Approach.* International TIIM 2011 Conference. Finland.

Suphattra K.; et al. (2012). *An Experience-Based System Supporting Inventory Planning*: *A Fuzzy Approach.* Expert Systems with Applications.

Wagner, H.M; & T.M. Whitin. (1958). *Dynamic Version of the Economic Lot Size Model.* Management science. 89-96.

Y.Y. Lee, B.A. Kramer; & C.L. Hwang. (1991). *A Comparative Study of Three Lot-sizing Methods for the Case of Fuzzy Demand*. International Journal of Operations & Production Management. 72-80.

Zimmermann, H.J. (1983). *Fuzzy Mathematical Programming*. Computers and Operations Research.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กำหนดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต โดยใช้โปรแกรม LINGO

ขั้นตอนกำหนดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต โดยใช้โปรแกรม LINGO

```
Min= O+P+I;

O= ((1781.40*(y1+y2+y3+y4+y5+y6+y7+y8+y9+y10+y11+y12)));
P=((p1*x1)+(p2*x2)+(p3*x3)+(p4*x4)+(p5*x5)+(p6*x6)+(p7*x7)+(p8*x8)+(p9*x9)+(p10*x10)+
(p11*x11)+(p12*x12));
I= (0.45*(I1+I2+I3+I4+I5+I6+I7+I8+I9+I10+I11+I12));

!Data;

p1=13.26;
p2=12.79;
p3=13.08;
p4=13.11;
p5=13.16;
p6=13.36;
p7=14.18;
p8=14.52;
p9=14.97;
p10=15.60;
p11=14.98;
p12=15.51;

!End data;

I0=0;
x1+I0-I1=11112719;
x2+I1-I2=14104548;
x3+I2-I3=8341937;
x4+I3-I4=7889037;
x5+I4-I5=15935603;
x6+I5-I6=7352831;
x7+I6-I7=10706646;
```

x8+I7-I8=5357736;

x9+I8-I9=5192014;

x10+I9-I10=7620492;

x11+I10-I11=24355936;

x12+I11-I12=18818217;

I12=0;

x1<=y1*M;

x2<=y2*M;

x3<=y3*M;

x4<=y4*M;

x5<=y5*M;

x6<=y6*M;

x7<=y7*M;

x8<=y8*M;

x9<=y9*M;

x10<=y10*M;

x11<=y11*M;

x12<=y12*M;

x1>=0;

x2>=0;

x3>=0;

x4>=0;

x5>=0;

x6>=0;

x7>=0;

x8>=0;

x9>=0;

x10>=0;

x11>=0;

x12>=0;

@BIN(y1);

```
@BIN(y2);
@BIN(y3);
@BIN(y4);
@BIN(y5);
@BIN(y6);
@BIN(y7);
@BIN(y8);
@BIN(y9);
@BIN(y10);
@BIN(y11);
@BIN(y12);

M=999999999;

I1>=0;
I2>=0;
I3>=0;
I4>=0;
I5>=0;
I6>=0;
I7>=0;
I8>=0;
I9>=0;
I10>=0;
I11>=0;
I12>=0;

I1<=20000000;
I2<=20000000;
I3<=20000000;
I4<=20000000;
I5<=20000000;
I6<=20000000;
I7<=20000000;
```

I8<=20000000;

I9<=20000000;

I10<=20000000;

I11<=20000000;

I12<=20000000;

ผลจากการหาวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบพลวัต โดยใช้โปรแกรม LINGO

Global optimal solution found at iteration: 25

Objective value: 0.1921937E+10

Variable	Value	Reduced Cost
O	14251.20	0.000000
P	0.1895072E+10	0.000000
I	0.2685046E+08	0.000000
Y1	1.000000	1781.400
Y2	1.000000	1781.400
Y3	1.000000	1781.400
Y4	1.000000	1781.400
Y5	1.000000	1781.400
Y6	1.000000	1781.400
Y7	0.000000	1781.400
Y8	0.000000	1781.400
Y9	1.000000	1781.400
Y10	0.000000	1781.400
Y11	1.000000	1781.400
Y12	0.000000	1781.400
P1	13.26000	0.000000
X1	0.1111272E+08	0.000000
P2	12.79000	0.000000
X2	0.1410455E+08	0.000000
P3	13.08000	0.000000
X3	8341937.	0.000000
P4	13.11000	0.000000
X4	7889037.	0.000000
P5	13.16000	0.000000
X5	0.1593560E+08	0.000000
P6	13.36000	0.000000
X6	0.2735283E+08	0.000000

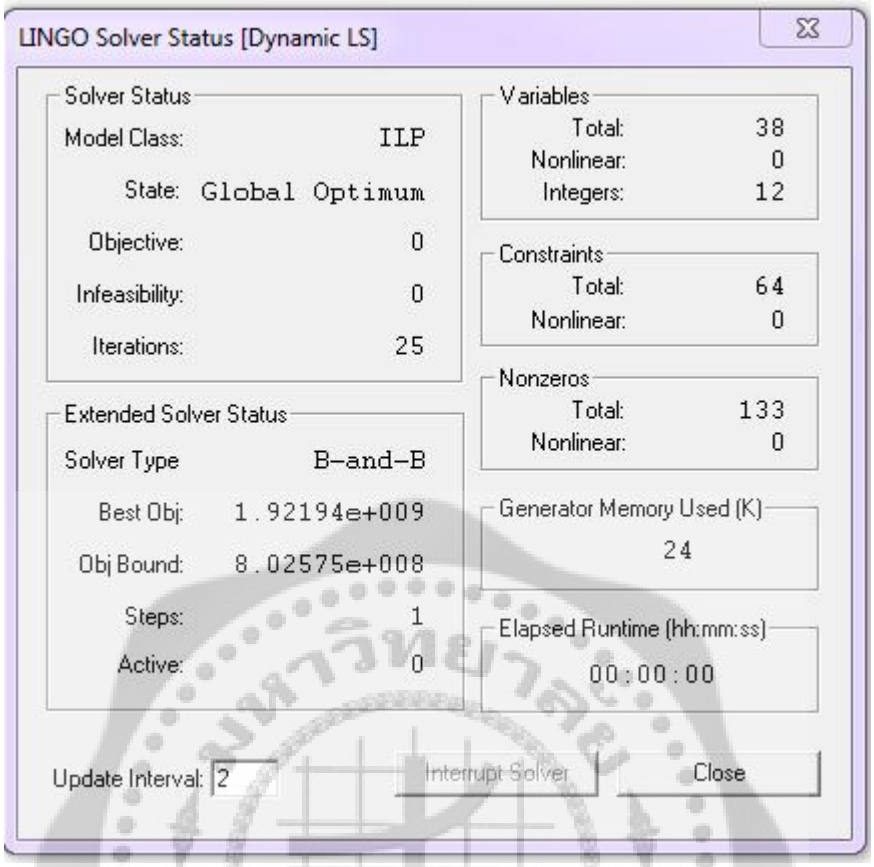
P7	14.18000	0.000000
X7	0.000000	0.1100000
P8	14.52000	0.000000
X8	0.000000	0.000000
P9	14.97000	0.000000
X9	8876888.	0.000000
P10	15.60000	0.000000
X10	0.000000	0.1800000
P11	14.98000	0.000000
X11	0.4317415E+08	0.000000
P12	15.51000	0.000000
X12	0.000000	0.8000000E-01
I1	0.000000	0.9200000
I2	0.000000	0.1600000
I3	0.000000	0.4200000
I4	0.000000	0.4000000
I5	0.000000	0.2500000
I6	0.2000000E+08	0.000000
I7	9293354.	0.000000
I8	3935618.	0.000000
I9	7620492.	0.000000
I10	0.000000	0.8900000
I11	0.1881822E+08	0.000000
I12	0.000000	0.000000
I0	0.000000	0.000000
M	0.1000000E+10	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1921937E+10	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	-1.000000
4	-0.1862645E-08	-1.000000
5	0.000000	-0.1111272E+08
6	0.000000	-0.1410455E+08

7	0.000000	-8341937.
8	0.000000	-7889037.
9	0.000000	-0.1593560E+08
10	0.000000	-0.2735283E+08
11	0.000000	0.9765625E-03
12	0.000000	0.9765625E-03
13	0.000000	-8876888.
14	0.000000	0.9765625E-03
15	0.000000	-0.4317415E+08
16	0.000000	0.9765625E-03
17	0.000000	13.26000
18	0.000000	-13.26000
19	0.000000	-12.79000
20	0.000000	-13.08000
21	0.000000	-13.11000
22	0.000000	-13.16000
23	0.000000	-13.36000
24	0.000000	-14.07000
25	0.000000	-14.52000
26	0.000000	-14.97000
27	0.000000	-15.42000
28	0.000000	-14.98000
29	0.000000	-15.43000
30	0.000000	-15.88002
31	0.9888873E+09	0.000000
32	0.9858955E+09	0.000000
33	0.9916581E+09	0.000000
34	0.9921110E+09	0.000000
35	0.9840644E+09	0.000000
36	0.9726472E+09	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.000000
39	0.9911231E+09	0.000000
40	0.000000	0.000000

41	0.9568258E+09	0.000000
42	0.000000	0.000000
43	0.1111272E+08	0.000000
44	0.1410455E+08	0.000000
45	8341937.	0.000000
46	7889037.	0.000000
47	0.1593560E+08	0.000000
48	0.2735283E+08	0.000000
49	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	8876888.	0.000000
52	0.000000	0.000000
53	0.4317415E+08	0.000000
54	0.000000	0.000000
55	0.000000	0.000000
56	0.000000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	0.000000	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.2000000E+08	0.000000
62	9293354.	0.000000
63	3935618.	0.000000
64	7620492.	0.000000
65	0.000000	0.000000
66	0.1881822E+08	0.000000
67	0.000000	0.000000
68	0.2000000E+08	0.000000
69	0.2000000E+08	0.000000
70	0.2000000E+08	0.000000
71	0.2000000E+08	0.000000
72	0.2000000E+08	0.000000
73	0.000000	0.2600000
74	0.1070665E+08	0.000000

75	0.1606438E+08	0.000000
76	0.1237951E+08	0.000000
77	0.2000000E+08	0.000000
78	1181783.	0.000000
79	0.2000000E+08	0.000000



ภาพประกอบ 31 แสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดการแบบพลวัต โดยใช้โปรแกรม LINGO

ภาคผนวก ข

กำหนดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบฟัซซี่ โดยใช้โปรแกรม LINGO

ขั้นตอนกำหนดการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบฟัซซี่ โดยใช้โปรแกรม LINGO

```
Min= O+P+I;

O=((1781.4*(y1+y2+y3+y4+y5+y6+y7+y8+y9+y10+y11+y12))
);

P=((p1*x1)+(p2*x2)+(p3*x3)+(p4*x4)+
(p5*x5)+(p6*x6)+(p7*x7)+(p8*x8)+
(p9*x9)+(p10*x10)+(p11*x11)+(p12*x12)
);

I=(0.45*(I1+I2+I3+I4+I5+I6+I7+I8+I9+I10+I11+I12)
);

!Data;

p1=(13*a+12*(1-a));
p2=(13*a+12*(1-a));
p3=(13*a+12*(1-a));
p4=(13*a+12*(1-a));
p5=(13*a+12*(1-a));
p6=(13*a+12*(1-a));
p7=(14*a+13*(1-a));
p8=(15*a+14*(1-a));
p9=(15*a+14*(1-a));
p10=(16*a+15*(1-a));
p11=(15*a+14*(1-a));
p12=(16*a+15*(1-a));

!End data;

x1-I1>=(9*t*a+6*t*(1-a));
x1-I1<=(12*t*a+15*t*(1-a));
```

```
I1+x2-I2>=(15*t*a+12*t*(1-a));
I1+x2-I2<=(18*t*a+21*t*(1-a));

I2+x3-I3>=(9*t*a+6*t*(1-a));
I2+x3-I3<=(12*t*a+15*t*(1-a));

I3+x4-I4>=(9*t*a+6*t*(1-a));
I3+x4-I4<=(12*t*a+15*t*(1-a));

I4+x5-I5>=(15*t*a+12*t*(1-a));
I4+x5-I5<=(18*t*a+21*t*(1-a));

I5+x6-I6>=(3*t*a+3*t*(1-a));
I5+x6-I6<=(6*t*a+9*t*(1-a));

I6+x7-I7>=(9*t*a+6*t*(1-a));
I6+x7-I7<=(12*t*a+15*t*(1-a));

I7+x8-I8>=(3*t*a+3*t*(1-a));
I7+x8-I8<=(6*t*a+9*t*(1-a));

I8+x9-I9>=(3*t*a+3*t*(1-a));
I8+x9-I9<=(6*t*a+9*t*(1-a));
I9+x10-I10>=(9*t*a+6*t*(1-a));
I9+x10-I10<=(12*t*a+15*t*(1-a));

I10+x11-I11>=(21*t*a+18*t*(1-a));
I10+x11-I11<=(24*t*a+27*t*(1-a));

I11+x12>=(15*t*a+12*t*(1-a));
I11+x12<=(18*t*a+21*t*(1-a));

x1<=y1*M;
```

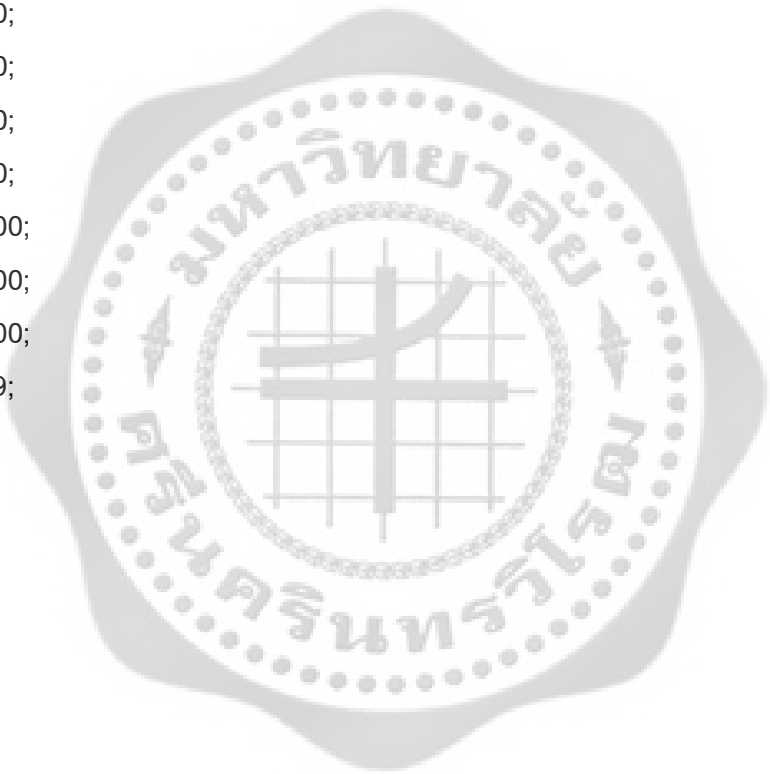
```
x2<=y2*M;
x3<=y3*M;
x4<=y4*M;
x5<=y5*M;
x6<=y6*M;
x7<=y7*M;
x8<=y8*M;
x9<=y9*M;
x10<=y10*M;
x11<=y11*M;
x12<=y12*M;

x1>=0;
x2>=0;
x3>=0;
x4>=0;
x5>=0;
x6>=0;
x7>=0;
x8>=0;
x9>=0;
x10>=0;
x11>=0;
x12>=0;

@BIN(y1);
@BIN(y2);
@BIN(y3);
@BIN(y4);
@BIN(y5);
@BIN(y6);
@BIN(y7);
@BIN(y8);
@BIN(y9);
```

```
@BIN(y10);
@BIN(y11);
@BIN(y12);

I1<=20000000;
I2<=20000000;
I3<=20000000;
I4<=20000000;
I5<=20000000;
I6<=20000000;
I7<=20000000;
I8<=20000000;
I9<=20000000;
I10<=20000000;
I11<=20000000;
I12<=20000000;
M=999999999;
t=1000000;
a=0.3;
```



ผลจากการหาวิธีการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยวิธีแบบฟัซซี่ โดยใช้โปรแกรม LINGO

Global optimal solution found at iteration: 28

Objective value: 0.1335222E+10

Variable	Value	Reduced Cost
O	12469.80	0.000000
P	0.1307130E+10	0.000000
I	0.2808000E+08	0.000000
Y1	1.000000	1781.400
Y2	1.000000	1781.400
Y3	1.000000	1781.400
Y4	1.000000	1781.400
Y5	1.000000	1781.400
Y6	1.000000	1781.400
Y7	0.000000	1781.400
Y8	0.000000	1781.400
Y9	0.000000	1781.400
Y10	0.000000	1781.400
Y11	1.000000	1781.400
Y12	0.000000	1781.400
P1	12.30000	0.000000
X1	6900000.	0.000000
P2	12.30000	0.000000
X2	0.1290000E+08	0.000000
P3	12.30000	0.000000
X3	6900000.	0.000000
P4	12.30000	0.000000
X4	6900000.	0.000000
P5	12.30000	0.000000
X5	0.1290000E+08	0.000000
P6	12.30000	0.000000
X6	0.2280000E+08	0.000000

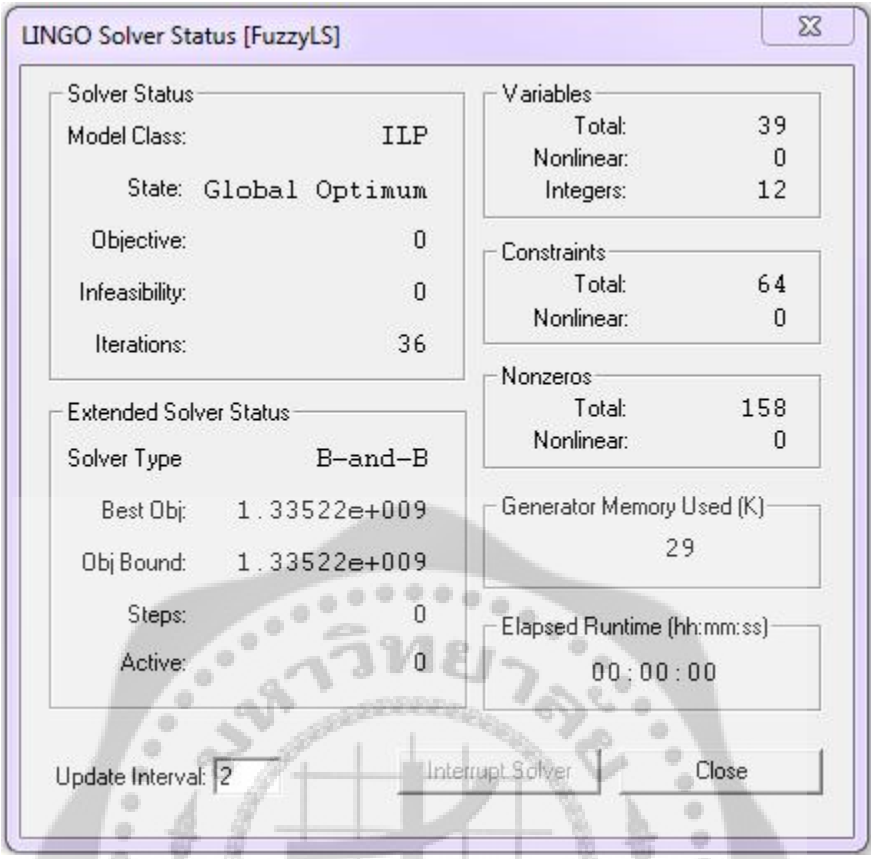
P7	13.30000	0.000000
X7	0.000000	0.5500000
P8	14.30000	0.000000
X8	0.000000	1.100000
P9	14.30000	0.000000
X9	0.000000	0.6500000
P10	15.30000	0.000000
X10	0.000000	1.200000
P11	14.30000	0.000000
X11	0.3180000E+08	0.000000
P12	15.30000	0.000000
X12	0.000000	0.5500000
I1	0.000000	0.4500000
I2	0.000000	0.4500000
I3	0.000000	0.4500000
I4	0.000000	0.4500000
I5	0.000000	0.4500000
I6	0.1980000E+08	0.000000
I7	0.1290000E+08	0.000000
I8	9900000.	0.000000
I9	6900000.	0.000000
I10	0.000000	0.2500000
I11	0.1290000E+08	0.000000
I12	0.000000	0.4500000
A	0.3000000	0.000000
T	1000000.	0.000000
M	0.1000000E+10	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1335222E+10	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	-0.5960464E-07	-1.000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	-6900000.

6	0.000000	-0.1290000E+08
7	0.000000	-6900000.
8	0.000000	-6900000.
9	0.000000	-0.1290000E+08
10	0.000000	-0.2280000E+08
11	0.000000	0.2441406E-03
12	0.000000	0.2441406E-03
13	0.000000	0.2441406E-03
14	0.000000	0.2441406E-03
15	0.000000	-0.3180000E+08
16	0.000000	0.2441406E-03
17	0.000000	-12.30000
18	7200000.	0.000000
19	0.000000	-12.30000
20	7200000.	0.000000
21	0.000000	-12.30000
22	7200000.	0.000000
23	0.000000	-12.30000
24	7200000.	0.000000
25	0.000000	-12.30000
26	7200000.	0.000000
27	0.000000	-12.30000
28	5100000.	0.000000
29	0.000000	-12.75000
30	7200000.	0.000000
31	0.000000	-13.20000
32	5100000.	0.000000
33	0.000000	-13.65000
34	5100000.	0.000000
35	0.000000	-14.10000
36	7200000.	0.000000
37	0.000000	-14.30000
38	7200000.	0.000000
39	0.000000	-14.75000

40	7200000.	0.000000
41	0.9931000E+09	0.000000
42	0.9871000E+09	0.000000
43	0.9931000E+09	0.000000
44	0.9931000E+09	0.000000
45	0.9871000E+09	0.000000
46	0.9772000E+09	0.000000
47	0.000000	0.000000
48	0.000000	0.000000
49	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	0.9682000E+09	0.000000
52	0.000000	0.000000
53	6900000.	0.000000
54	0.1290000E+08	0.000000
55	6900000.	0.000000
56	6900000.	0.000000
57	0.1290000E+08	0.000000
58	0.2280000E+08	0.000000
59	0.000000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.000000	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	0.3180000E+08	0.000000
64	0.000000	0.000000
65	0.2000000E+08	0.000000
66	0.2000000E+08	0.000000
67	0.2000000E+08	0.000000
68	0.2000000E+08	0.000000
69	0.2000000E+08	0.000000
70	200000.0	0.000000
71	7100000.	0.000000
72	0.1010000E+08	0.000000
73	0.1310000E+08	0.000000

74	0.2000000E+08	0.000000
75	7100000.	0.000000
76	0.2000000E+08	0.000000
77	0.000000	0.000000
78	0.000000	-1335.210
79	0.000000	-0.4533000E+09



ภาพประกอบ 32 แสดงผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดการแบบฟัซซี่ โดยใช้โปรแกรม LINGO

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	น.ส. กฤตกนก พาบุ
วันเดือนปีเกิด	1 สิงหาคม พ.ศ. 2526
สถานที่เกิด	สุรินทร์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	508 ถ.ธนสาร ต.ในเมือง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2545	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนสิรินธร
พ.ศ.2549	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งทอ จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
พ.ศ.2556	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ