



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การลดต้นทุนการผลิตจากการจัดการคลังวัตถุดิบ: กรณีศึกษาโรงงานอาหารสัตว์

Cost Reduction in Warehouse Management for Pet's Food Factory

นามผู้วิจัย นางสาวศนิ มิเดหวัน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ประไพศรี สุกัญญา อุษยา, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุวิษกรณ์ วิชกุล, วศ.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การลดต้นทุนการผลิตจากการจัดการคลังวัตถุดิบ: กรณีศึกษาโรงงานอาหารสัตว์

Cost Reduction in Warehouse Management for Pet's Food Factory

โดย

นางสาวศนิ มิเดหวัน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศนิ มิเดทวัน 2557: การลดต้นทุนการผลิตจากการจัดการคลังวัตถุดิบ: กรณีศึกษาโรงงานอาหารสัตว์
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชา
วิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์
ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา, Ph.D. 137 หน้า

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปัญหาหลักของโรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานไม่ได้
นำหลักการบริหารสินค้าคงคลังมาใช้ในแผนกจัดซื้อ จึงไม่มีการวางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า ส่งผลให้ต้องสั่งซื้อ
วัตถุดิบจากแหล่งที่มีราคาสูงกว่าการสั่งซื้อตามแผนการ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการนำแบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการคลังวัตถุดิบให้มีต้นทุนรวมของระบบต่ำ
ที่สุด และไม่ทำให้เกิดสินค้าขาดแคลน โดยการกำหนดช่วงเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม
ภายใต้ความผันผวนของอุปสงค์และราคาของวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลา และเวลานำในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแต่
ละแหล่งจำหน่ายไม่เท่ากัน ค่าพารามิเตอร์ต่างๆของโรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษาถูกวิเคราะห์โดยวิธีโปรแกรม
เชิงพลวัต (Dynamic Programming) และนำผลที่ได้จากการใช้แบบจำลองมาเปรียบเทียบกับผลการสั่งซื้อจริงของ
โรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษาพร้อมทั้งทำการวิเคราะห์ความไวของค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือน และ
ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย

ผลการวิจัยพบว่าการสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลาที่ต้องการใช้วัตถุดิบมีค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าน้อยแต่
ไม่สามารถหลีกเลี่ยงต้นทุนที่สูงขึ้นซึ่งเกิดจากช่วงเวลาที่วัตถุดิบมีราคาสูง การนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มา
ประยุกต์ใช้ในการวางแผนการสั่งซื้อโดยเลือกสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลาที่สินค้ามีราคาถูกโดยไม่ทำให้เกิดการขาด
แคลนสินค้า แม้จะส่งผลให้ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามราคาค่าต้นทุนแปร
ผันในการสั่งซื้อวัตถุดิบลดลงมากกว่าต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นต้นทุนรวมต่อ
ปีจึงลดลงโดยคิดเป็นร้อยละ 5.20 นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์จากการใช้แบบจำลอง
พบว่า ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุน
รวมมากที่สุด จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าควรนำแบบจำลองดังกล่าวมาช่วยในการวางแผนการสั่งซื้อเพื่อทำ
ให้ต้นทุนรวมต่อปีของโรงงานกรณีศึกษาลดลง

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Sani Midevan 2014: Cost Reduction in Warehouse Management for Pet's Food Factory.
Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering,
Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor:
Associate Professor Prapaisri Sudasna-na-Ayudhya, Ph.D. 137 pages.

This research considered an inventory management problem in a pet food factory. The material ordering of the factory is based on an inventory policy without applying inventory management theory, i.e. considering the related costs: raw material cost, ordering cost and inventory holding cost. This study aimed to formulate mathematical model to help the factory inventory management that leads to the total cost minimization without shortage. The optimal inventory policy is developed by using dynamic programming under uncertainties in demand and price, and different transportation lead time depending on suppliers. The costs of both inventory policies are compared. Sensitivity analysis is performed to describe cost parameters: total fixed ordering cost per period of time, joint ordering cost per period of time, fixed holding cost per period of time and variable holding cost per unit.

The analysis results indicate that the purchasing in every period, which has the demand, minimizes the inventory holding cost but the raw material cost might be incurred if the raw material price is high in that period. On the other hand, the applying the mathematical model in inventory management, which satisfies all demand by purchasing the material in the low price period, increases the inventory holding cost but the variable cost of raw material cost decreases. However, the decreasing of the variable cost of raw material cost is more than increasing of the inventory cost. Hence, the total cost reduces for 5.20 percent. Moreover, the sensitivity analysis of the model reveals that the fix purchasing cost and the fix monthly inventory holding cost are the highest sensitive parameters to the total cost. In conclusion, the mathematical model should be applied in the inventory management problem in the case study factory to minimize the total cost.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ ดร.สุวิภรณ์ วิษณุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งคณะกรรมการในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้ายทุกท่านที่เสียสละเวลาควบคุมการสอบและให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณณิชา พลสุวัดี ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ และพนักงานบริษัท กู๊ดวิลล์ อินเทอร์เน็ต จำกัด ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้คำแนะนำในการทำงานวิจัยฉบับนี้

ท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่ชายที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนด้านการศึกษา รวมทั้งและเพื่อนๆ ที่ได้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศนิ มิเดวัน
มกราคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	51
สรุปและข้อเสนอแนะ	76
สรุป	76
ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	78
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก ข้อมูลจากกรณีศึกษา	83
ภาคผนวก ข ข้อมูลผลที่ได้จากแบบจำลอง	97
ภาคผนวก ค ข้อมูลผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความไว	106
ภาคผนวก ง ตัวแบบจำลอง	112
ภาคผนวก จ ข้อเสนอแนะในการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	130
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	137

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เซตของดัชนี (Index Set)	33
2	พารามิเตอร์ (Parameters)	33
3	ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)	34
4	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองตัวอย่างกรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้	37
5	ผลการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลองผ่าน โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6	37
6	ผลการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลองผ่าน โปรแกรมสำเร็จรูป IBMLOG CPLEX	38
7	เปรียบเทียบผลของต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลอง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO กับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลองใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBMLOG CPLEX	38
8	วัตถุดิบทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา	42
9	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนในปี 2555 (<i>FOM</i>)	45
10	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งในปี 2555 (<i>JOT</i>)	46
11	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือนในปี 2555 (<i>FHM</i>)	47
12	ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยต่อเดือน (<i>VHU</i>)	48
13	สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง	49
14	ผลการสั่งซื้อของกรณีศึกษา	51
15	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากกรณีศึกษา ($Z_{i,t}$ กรณีศึกษา)	53
16	ผลการวางแผนการสั่งซื้อที่ได้จากการใช้แบบจำลอง	54
17	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันเมื่อใช้แบบจำลอง ($Z_{i,t}$ แบบจำลอง)	55
18	เปรียบเทียบผลของต้นทุนที่ได้จากการสั่งซื้อของกรณีศึกษากับต้นทุนที่ได้จาก การใช้แบบจำลอง	57
19	ผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณี ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งให้มีค่า Big-M	70
21	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณี ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งให้มีค่าเป็นศูนย์	71
22	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันที่ได้จากการใช้ แบบจำลองกรณีค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็น Big-M	72
23	ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันที่ได้จากการใช้ แบบจำลองกรณีค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็นศูนย์	73
24	การสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณีค่าใช้จ่ายแปรผันใน การเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็นศูนย์	74
25	สรุปเปรียบเทียบแยกตามต้นทุนต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนที่ได้จากการ ใช้แบบจำลอง	77
ตารางผนวกที่		
ก1	ปริมาณความต้องการวัตถุดิบของโรงงาน (อุปสงค์) ปี 2555	84
ก2	ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย ปี 2555	87
ก3	ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ ปี 2555	90
ก4	ปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ปี 2555	93
ก5	ค่าใช้จ่ายโรงงาน ปี 2555	96
ข1	ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ได้จากการใช้แบบจำลอง	98
ข2	ปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่ได้จากการใช้แบบจำลอง	101
ข3	การสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลอง	104
ค1	ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนจากการใช้แบบจำลอง	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ค2 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน พร้อมกันต่อครั้งจากการใช้แบบจำลอง	108
ค3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนจากการใช้ แบบจำลอง	109
ค4 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยจากการใช้ แบบจำลอง	110
ค5 ผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบจากการใช้แบบจำลอง	111

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของต้นทุนกับปริมาณสั่งซื้อ	17
2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสั่งซื้อกับเวลาเมื่ออุปสงค์คงที่ เกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่ และเวลานำเป็นศูนย์	18
3 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM)	59
4 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้ง (JOT)	60
5 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (FHM)	62
6 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วย (VHU)	64
7 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่เก็บรักษาวัตถุดิบ (I)	66
ภาพผนวกที่	
จ1 ความสัมพันธ์ของต้นทุนกับปริมาณสั่งซื้อ	131
จ2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสั่งซื้อกับเวลาเมื่ออุปสงค์คงที่ เกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่ และเวลานำเป็นศูนย์	132
จ3 หน้าต่างส่วนของ DATA (.data) ของ โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	132
จ4 ส่วนของ DATA ที่แสดงข้อมูลอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D)	133
จ5 ส่วนของ DATA ที่แสดงข้อมูลราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P)	133
จ6 หน้าต่างแสดงวิธีการรัน โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	134
จ7 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลและการนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับ โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	135
จ8 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ที่ได้จาก โปรแกรม IBM ILOG CPLEX	136
จ9 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ในโปรแกรมเอ็กเซล	136

การลดต้นทุนการผลิตจากการจัดการคลังวัตถุดิบ: กรณีศึกษาโรงงานอาหารสัตว์

Cost Reduction in Warehouse Management for Pet's Food Factory

คำนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีความน่าสนใจ เพราะราคาสินค้าเกษตรมีแนวโน้มที่ดี ประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศที่เป็นฐานการเกษตรขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 6 ของโลก อย่างไรก็ตามการเติบโตของอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของประเทศไทยยังไม่ดีนัก เพราะประเทศคู่แข่งเริ่มพัฒนาสินค้าอาหารสัตว์ส่งออกได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้หลาย ๆ ประเทศ เช่น อินเดีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย และเวียดนาม จะยังมีส่วนแบ่งในตลาดโลกที่น้อยกว่าประเทศไทยก็ตาม (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2555)

อุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีบทบาทอย่างมากต่อการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัตถุดิบอาหารสัตว์ และเป็นอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งรองรับสินค้าเกษตรกรรม เพื่อนำไปแปรรูปให้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากอาหารสัตว์เหล่านี้จะเกิดจากการผสมวัตถุดิบตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป แล้วแต่สูตรอาหารของแต่ละโรงงาน ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่ก็เป็นวัตถุดิบที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ เช่น รำข้าว ปลายข้าว กากรำ กากถั่วเหลือง ข้าวโพด เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบบางชนิดที่ต้องสั่งซื้อเข้ามาจากต่างประเทศ เช่น วิตามิน และแร่ธาตุบางชนิด วัตถุดิบเหล่านี้จะถูกผสมในสัดส่วนที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ตามชนิด เพศ และอายุ ทั้งนี้จะต้องผสมให้ได้ตามมาตรฐานคุณภาพค่าที่ดีที่สุดที่ได้กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติควบคุมอาหารสัตว์

บริษัทที่ดำเนินธุรกิจประเภทอาหารสัตว์มีเป็นจำนวนมาก ซึ่งได้แก่ บริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ บริษัทในเครือแหลมทองสหการ บริษัทในเครือเบทาโกร อโกรกรุ๊ป บริษัทในเครือกรุงไทยอาหารสัตว์ บริษัทในเครือลิพัฒนา บริษัทในเครือเซนทาโกร และบริษัทในเครือคาร์กิลล์ สยาม เป็นต้น ซึ่งบริษัทในเครืออุตสาหกรรมอาหารสัตว์เหล่านี้ต้องมีการศึกษาเรื่องของการจัดการสินค้าคงคลังในส่วน of วัตถุดิบที่นำมาใช้ในขบวนการผลิตอาหารสัตว์

- ตอบสนองความต้องการของลูกค้าในแต่ละช่วงเวลาทั้งในและนอกฤดูกาล

- รักษาการผลิตให้มีอัตราคงที่สม่ำเสมอ เพื่อรักษาระดับการว่าจ้างแรงงาน และการเดินเครื่องจักรให้สม่ำเสมอได้ โดยจะเก็บสินค้าที่ปริมาณการขายต่ำไว้ขายช่วงฤดูกาลที่ลูกค้าต้องการ

- ทำให้ธุรกิจได้ส่วนลดจากปริมาณการสั่งซื้อครั้งละมาก ๆ ป้องกันการเปลี่ยนแปลงราคา และผลกระทบจากเงินเฟ้อเมื่อสินค้าในท้องตลาดมีราคาสูงขึ้น หรือเป็นการเก็งกำไรทางการตลาด

- ป้องกันสินค้าขาดมือด้วยการเก็บสต็อกเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ในกรณีที่เกิดความล่าช้าหรือบังเอิญมีคำสั่งซื้อเพิ่มอย่างกะทันหัน หรือเพื่อเป็นการสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน และทำให้กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการต่อเนื่องไปอย่างราบรื่น ไม่มีการหยุดชะงัก เพราะวัตถุดิบขาด จนเกิดความเสียหายแก่กระบวนการผลิต ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาคนงานว่างงาน เครื่องจักรถูกปิด ผลิตไม่ทันคำสั่งซื้อของลูกค้า เป็นต้น (ค่านาย, 2546)

ดังนั้น บริษัทที่ดำเนินธุรกิจอาหารสัตว์ จึงควรที่จะพิจารณาถึงการบริหารจัดการวัตถุดิบกับการผลิตให้มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันตามแผนการผลิตและความต้องการอาหารสัตว์ในตลาด ซึ่งส่วนของการจัดหาวัตถุดิบ (Procurement) มีผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต เนื่องจากต้นทุนรวมทั้งหมด ประกอบด้วย ต้นทุนค่าวัตถุดิบ ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ และต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบ เพราะถ้าอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีการจัดการส่วนของการจัดหาวัตถุดิบได้ดี จะทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ส่งผลให้ผู้ผลิตมีกำไรมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจได้ดีขึ้น โดยบริษัทส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นกำไรสูงสุดในระยะยาวหรือทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ดังนั้นควรมีการวางแผนการบริหารจัดการสินค้าคงคลังในส่วนของวัตถุดิบ เพื่อที่จะให้ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์สามารถดำเนินการผลิตอาหารสัตว์ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การจัดการคลังสินค้าให้เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าเป็นกลยุทธ์อย่างหนึ่งของโรงงานที่ใช้การบริหารจัดการวัตถุดิบในการผลิต เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน เพราะปริมาณของคลังสินค้าที่มีมากเพียงพอ จะทำให้สะดวกในการวางแผนการผลิต ซึ่งจะช่วยควบคุมต้นทุนต่างๆ ทั้งต้นทุนในการผลิต ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนในการเก็บรักษา และทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว แต่ในทางกลับกันปริมาณของคลังสินค้าที่มีมากเกินไป ความต้องการ จะทำให้ต้นทุนในการเก็บรักษาสูง และยังทำให้เกิดความเสี่ยงที่ของคลังสินค้าจะเกิดการเสื่อมสภาพ

ระบบของคลังพื้นฐานใช้แบบจำลองของคลังการกำหนดปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Order Quantity: EOQ) ในการวิเคราะห์ปริมาณการสั่งซื้อและจุดสั่งซื้อใหม่ สำหรับระบบของคลังที่มีการตรวจสอบเป็นระยะตามรอบช่วงเวลานั้นต้องการวิเคราะห์ช่วงเวลาและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยมีข้อจำกัดคือ ทราบค่าอุปสงค์และเวลานำซึ่งมีค่าคงที่และทราบค่าแน่นอนตลอดขอบเขตเวลาที่พิจารณา ไม่เกิดการขาดแคลนและไม่คิดส่วนลดสินค้า ได้มีผู้เสนองานวิจัยในการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถใช้ได้กับสภาวะจริงโดยตั้งสมมติฐานให้อุปสงค์มีค่าไม่คงที่ โดย (Wagner and Whitin, 1958) ได้นำโปรแกรมพลวัตมาใช้ในการแก้ปัญหาในระบบของคลังที่มีการตรวจสอบตามช่วงเวลา โดยเสนอ Wagner-Whitin algorithm เมื่อทราบค่าอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา ต้นทุนต่าง ๆ ได้แก่ ต้นทุนการสั่งซื้อ ต้นทุนในการเก็บรักษามีค่าคงที่ และกำหนดให้วัตถุดิบที่สั่งซื้อจะได้รับในต้นช่วงเวลา ซึ่งมีหลักการคือ คำนวณทางเลือกต่าง ๆ ของต้นทุนที่เป็นไปได้ในแต่ละช่วงเวลา แล้วเลือกทางเลือกที่ให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งวิธีการนี้รับประกันได้ว่าได้คำตอบที่ดีที่สุด ต่อมา (Kao, 1979) ได้เสนอโปรแกรมพลวัตในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดพร้อมกัน เนื่องจากการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดพร้อมกันจะมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่ำกว่าการสั่งซื้อวัตถุดิบแยกครั้งละชนิด ทั้งยังสะดวกในการวางแผนและควบคุมระดับของคลัง

ดังนั้น โรงงานควรมีการวางแผนการจัดการคลังสินค้าที่ดี เพื่อลดต้นทุนการผลิตของระบบให้ต่ำที่สุดโดยที่ไม่ทำให้สินค้าขาดแคลน จึงได้มีการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการตัดสินใจ ว่าควรสั่งซื้อในเวลาใด ปริมาณเท่าไรจึงจะเหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนรวมของระบบ

ความเป็นมาและปัญหาของโรงงานตัวอย่าง

โรงงานตัวอย่างในกรณีศึกษา คือ โรงงานผลิตอาหารสัตว์ มีการจัดการบริหารการผลิตโดยใช้นโยบายการผลิตแบบตามสั่ง (Made to Order) ทำการผลิตอาหารสัตว์ ได้แก่ อาหารสุนัข อาหารแมว และอาหารปลา เพื่อส่งขายทั้งภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ จากการศึกษาปัญหาของโรงงาน พบว่า ในปัจจุบันโรงงานไม่ได้นำหลักการบริหารสินค้าคงคลังมาใช้ในแผนกจัดซื้อ โดยเจ้าหน้าที่จะใช้เพียงประสบการณ์ในการตัดสินใจ จึงทำให้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่เก็บไว้ในคลังวัตถุดิบมีไม่เพียงพอ บางครั้งต้องสั่งซื้อวัตถุดิบในการผลิตที่มีราคาสูงมาแทนวัตถุดิบที่มีราคาต่ำ เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ตรงตามเวลาและคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่งผลให้ราคาขายมีราคาที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับคู่แข่งในตลาด หรืออาจทำให้ผู้ผลิตได้รับกำไรลดลงเนื่องจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น บริษัทเกิดการเสียเปรียบในเชิงการแข่งขันทางธุรกิจ และในกรณีที่วัตถุดิบไม่สามารถจัดส่งให้ได้ตามที่โรงงานต้องการ หรือราคาของวัตถุดิบสูงเกินกว่าเป้าหมาย อาจทำให้สินค้าขาดมือและไม่สามารถผลิตสินค้าส่งให้ลูกค้าได้ทันเวลา ซึ่งจะส่งผลต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของโรงงาน ทั้งนี้ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุเนื่องมาจาก ไม่มีการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบในการผลิต ประกอบกับความผันผวนของความต้องการของลูกค้า และราคาต้นทุนต่อหน่วยของวัตถุดิบในตลาด

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการคลังวัตถุดิบให้มีต้นทุนรวมของระบบต่ำที่สุด และไม่ทำให้เกิดสินค้าขาดแคลน โดยการกำหนดช่วงเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม ภายใต้ความผันผวนของอุปสงค์และราคาของวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลา และเวลานำในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแต่ละแหล่งจำหน่ายไม่เท่ากัน

ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยพัฒนาระบบในส่วนของวัตถุดิบคลังที่มีการตรวจสอบเป็นระยะตามรอบช่วงเวลา สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบหลาย ๆ ชนิดจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน เมื่อมีความผันผวนของอุปสงค์และราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ โดยพิจารณาภายใต้ขอบเขตดังนี้

1. พิจารณาระบบของคลังแบบตรวจสอบตามรอบเวลา และเป็นการวางแผนระยะสั้นใน
เวลา 1 ปี
2. พิจารณาของคลังเฉพาะในส่วนของวัตถุดิบคลังทุกชนิด โดยไม่คำนึงถึงอายุของ
วัตถุดิบ
3. ไม่พิจารณาต้นทุนในการขนส่ง
4. พื้นที่คลังวัตถุดิบมีจำกัด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนการสั่งซื้อและปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม
2. ลดต้นทุนในการสั่งซื้อและเก็บรักษาวัตถุดิบ
3. ลดการสูญเปล่าที่เกิดจากวัตถุดิบขาดมือ
4. ลดการสูญเสียจากการสั่งซื้อวัตถุดิบเกินความจำเป็น
5. เพิ่มความพึงพอใจให้กับลูกค้า

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยนี้มุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนรวมของระบบการจัดการคลังวัตถุดิบ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เอกสารที่เกี่ยวข้องได้แก่ การจัดการสินค้าคงคลัง ทฤษฎีและแบบจำลอง การวิเคราะห์ความไว และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การจัดการสินค้าคงคลัง

1.1 ความหมายของการจัดการสินค้าคงคลัง

คลังสินค้า หมายถึง พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้วเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและเคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ (A Planned Space for the Efficient Accommodation and Handling of Goods and Materials) (ค่านาย, 2546)

โดยคลังสินค้าทำหน้าที่ในการเก็บสินค้าระหว่างกระบวนการย้ายเพื่อสนับสนุนการผลิต และการกระจายสินค้า ซึ่งสินค้าที่เก็บในคลังสินค้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1.1 วัตถุดิบ (Material) ซึ่งอยู่ในรูปของวัตถุดิบ ส่วนประกอบ (Components) และชิ้นส่วนต่างๆ (Parts)

1.1.2 สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) หรือ “สินค้า” จะนับรวมไปถึงงานระหว่างการผลิต (Work in Process) ตลอดจนสินค้าที่ต้องการทิ้ง (Dispose) และวัสดุที่นำมาใช้ใหม่ (Recycle Materials)

การจัดการคลังสินค้า หมายถึง กระบวนการประสานประสานทรัพยากรต่างๆ เพื่อให้การดำเนินงานคลังสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของคลังสินค้าแต่ละประเภทที่กำหนดไว้

1.2 แนวคิดเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง

การที่มีสินค้าคงคลังไว้ในกิจการถือเป็นการลงทุนที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งการจัดการสินค้าคงคลังที่ดีสามารถช่วยปรับปรุงในเรื่องของสภาพคล่องและผลการตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment) ของกิจการได้ การจัดการสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจึงส่งผลกระทบต่อผลกำไรจากการประกอบการโดยตรง การจัดซื้อเพื่อนำมาเก็บไว้เป็นสินค้าคงคลังที่มีคุณสมบัติที่ตรงตามต้องการในปริมาณที่เพียงพอด้วยราคาที่เหมาะสมและตามเวลาที่กำหนด โดยมีการซื้อจากผู้ขายที่ไว้วางใจได้ และสามารถจัดส่งไปยังสถานที่ที่ถูกต้องตามแนวทางการปฏิบัติการจัดซื้อที่ดีที่สุด (Best Procurement Practices) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดการสินค้าคงคลัง

โดยทั่วไปกิจการมีสินค้าคงคลังไว้เพื่อวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1.2.1. เพื่อให้เกิดการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) สินค้าคงคลังเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับกิจการที่ต้องการทั้งการประหยัดขนาดในการสั่งซื้อ การขนส่ง และการผลิต ซึ่งโดยทั่วไปในการสั่งซื้อสินค้าครั้งละจำนวนมาก ๆ ไม่ว่าจะเป็นการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือการสั่งซื้อสินค้าสำเร็จรูปเพื่อนำมาขายต่อจะทำให้ผู้สั่งซื้อได้ส่วนลดตามปริมาณการสั่งซื้อ การสั่งซื้อในแต่ละครั้งยังทำให้ต้นทุนค่าขนส่งสินค้าต่อหน่วยลดลง เนื่องจากการขนส่งขนาดใหญ่มีอัตราค่าขนส่งต่ำกว่าการขนส่งขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามเมื่อสั่งซื้อสินค้าครั้งละจำนวนมากแต่ไม่สามารถนำไปผลิตต่อหรือขายต่อได้ทั้งหมดในคราวเดียว จึงทำให้เกิดเป็นสินค้าคงคลังขึ้นมา

ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูปสามารถก่อให้เกิดการประหยัดต่อขนาดได้เช่นกัน เมื่อเทียบระหว่างการผลิตจำนวนมากและการผลิตจำนวนน้อยในแต่ละครั้งจะพบว่าการผลิตจำนวนมากทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ในโรงงานมากกว่าการผลิตจำนวนน้อยในแต่ละครั้ง นอกจากนั้นยังทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำกว่าการผลิตจำนวนน้อยทำให้ต้องมีการเดินสายการผลิตบ่อยครั้ง จึงทำให้ต้นทุนของการเปลี่ยนสายการผลิต (Changeover Costs) สูง ในกรณีที่โรงงานมีการใช้กำลังการผลิต (Capacity) เกือบเต็มที่แล้ว การเปลี่ยนสายการผลิตบ่อยครั้งทำให้กิจการไม่สามารถผลิตสินค้าในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของสินค้าที่เกิดขึ้นในขณะนั้นได้ เนื่องจากการผลิตบ่อยครั้งทำให้เวลาส่วนหนึ่งหมดไปกับการเสียวเวลาของเครื่องจักร (Machine Downtime) และทำให้ไม่สามารถผลิตสินค้าตามที่กำหนดได้

1.2.2. ทำให้เกิดสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน (Balance Supply and Demand)

ความต้องการของสินค้าบางอย่างจำเป็นต้องมีการเก็บสินค้าคงคลังไว้เพื่อเตรียมการผลิตไว้ให้พอ กับความต้องการของลูกค้าตลอดเวลา ทำให้กำลังการผลิตส่วนหนึ่งสูญเปล่าไปในช่วงที่ความต้องการสินค้าต่ำ แต่ถ้ากิจการตัดสินใจเพิ่มกำลังการผลิตให้เพียงพอแก่ความต้องการในช่วงที่มีความต้องการสินค้าสูงก็จะทำให้เกิดต้นทุนและการจ้างงานที่ไม่สม่ำเสมอได้ ดังนั้นกิจการจึงมีการกำหนดให้มีระดับการผลิตที่สม่ำเสมอตลอดทั้งปีโดยมีการจ้างแรงงานที่เหมาะสมไว้จำนวนหนึ่ง ซึ่งการกำหนดระดับการผลิตที่สม่ำเสมอ ต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นจะต่ำกว่าต้นทุนในการผลิตที่มีระดับการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี

1.2.3. เพื่อให้เกิดความชำนาญเฉพาะทางในการผลิต (Specialization) แต่ละโรงงาน

ควรเน้นการผลิตสินค้าที่มีความถนัดซึ่งจะทำให้เกิดการประหยัดต้นทุนรวมในการผลิต เนื่องจากการที่แต่ละโรงงานผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งเป็นพิเศษจะทำให้โรงงานนั้นมีความชำนาญในการผลิตและเกิดการประหยัดมากกว่าที่จะให้แต่ละโรงงานต่างฝ่ายต่างผลิตสินค้าประเภทเดียวกัน หรือโรงงานแต่ละแห่งผลิตสินค้ามากมายหลายประเภท ซึ่งการประหยัดนี้เกิดขึ้นจากการที่แต่ละโรงงานมีการผลิตจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้เกิดสินค้าคงคลังจำนวนหนึ่งเช่นกัน จึงควรเปรียบเทียบ ต้นทุนการผลิตและการขนส่งกับต้นทุนสินค้าคงคลังเพื่อพิจารณาหาระดับการผลิตที่เหมาะสมที่สุด

1.2.4. เพื่อป้องกันความไม่แน่นอนต่างๆที่อาจเกิดขึ้น (Protection from Uncertainties)

สินค้าคงคลังช่วยป้องกันความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นจากความผันแปรด้านต่าง ๆ เช่น ความผันแปรที่เกิดจากซัพพลายเออร์ ความผันแปรที่เกิดจากลูกค้า เป็นต้น ในบางครั้งผู้ผลิตอาจจะตั้งชื่อวัตถุดิบที่เกินความต้องการในแต่ละช่วงเนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น การคาดคะเนราคาของวัตถุดิบจะสูงขึ้นหรือขาดแคลน นอกจากนั้นการที่มีวัตถุดิบเก็บไว้ในคลังสินค้าจำนวนหนึ่งทำให้มีแหล่งของอุปทานที่สามารถส่งป้อนการผลิตได้ในเวลาที่ต้องการ ซึ่งการขาดแคลนในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตทำให้สายการผลิตต้องหยุดชะงักหรือต้องมีการปรับกำหนดการผลิตใหม่ แต่การที่มีวัตถุดิบมากเกินไปทำให้เกิดต้นทุนการเก็บรักษาสูง และทำให้ผลกำไรของธุรกิจลดลงเช่นกัน ซึ่งการมีสินค้าสำเร็จรูปในปริมาณที่เหมาะสมทำให้ผู้ผลิตปรับปรุงระดับการให้บริการลูกค้าโดยลดจำนวนสินค้าขาดมือลงซึ่งปัญหาของสินค้าขาดมือนั้น ถ้าลูกค้าไม่สามารถรอได้ และไปซื้อสินค้าของกลุ่มแข่งขันแทนจะทำให้กิจการต้องเสียยอดขายไปหรือเสียลูกค้าไปเลยในที่สุด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือการเก็บสินค้าเหล่านี้ไว้ในระดับที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด

1.2.5. สินค้าคงคลังเปรียบเสมือนกันชน (Inventory as a Buffer) สินค้าคงคลังเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องถือไว้ตลอดช่วงของโซ่อุปทานโดยทำหน้าที่เปรียบเทียบกันชนไม่ให้เกิดภาวะวิกฤตระหว่างกรณีต่อไปนี้

- ผู้จัดส่ง – ฝ่ายจัดซื้อ
- ฝ่ายจัดซื้อ – ฝ่ายผลิต
- ฝ่ายผลิต – ฝ่ายตลาด
- ฝ่ายตลาด – ฝ่ายจัดจำหน่าย
- ฝ่ายจัดจำหน่าย – คนกลาง
- คนกลาง – ผู้บริโภค/ผู้ใช้

เนื่องจากผู้ที่อยู่ในโซ่อุปทานแต่ละฝ่ายจะอยู่ห่างกัน ดังนั้น แต่ละฝ่ายจึงมีความจำเป็นที่จะต้องถือสินค้าคงคลังเพื่อให้เกิดอรรถประโยชน์ทั้งทางด้านเวลาและสถานที่

1.3 ประเภทของสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลังที่เก็บไว้สามารถแบ่งเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1.3.1. สินค้าที่เก็บตามรอบ (Cycle Stock) สินค้าที่เก็บตามรอบเป็นสินค้าที่มีไว้เติมสินค้าที่ใช้ในการผลิต ซึ่งสินค้าประเภทนี้จะเก็บไว้เพื่อตอบสนองความต้องการสินค้าภายใต้เงื่อนไขที่มีความแน่นอน คือ อยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าความต้องการสินค้าและเวลานำในการสั่งคงที่และทราบล่วงหน้า ซึ่งจะต้องสามารถพยากรณ์ความต้องการสินค้าได้แน่นอนและมีระยะเวลา นำของการสั่งซื้อที่แน่นอนเนื่องจากการกำหนดไว้แล้วว่าความต้องการสินค้าและเวลานำคงที่และทราบล่วงหน้า ดังนั้นการกำหนดวันให้สินค้าในแต่ละรอบมาถึงจะตรงกับเวลาที่สินค้าชิ้นสุดท้ายหมดพอดี ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุดจะไม่เกินปริมาณที่สั่งซื้อไปในแต่ละครั้ง โดยปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อ

1.3.2. สินค้าคงคลังระหว่างทาง (In-transit Inventories) สินค้าคงคลังระหว่างทางเป็นสินค้าที่อยู่ระหว่างการลำเลียงจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งซึ่งสินค้าเหล่านี้อาจถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบ แม้ว่าสินค้าเหล่านี้จะยังไม่สามารถขายหรือขนส่งในลำดับ

ต่อไปได้จนกว่าสินค้านั้นจะไปถึงผู้ที่สั่งสินค้าเสียก่อน ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าของต้นทุนรวมต้นทุนของของคงคลังระหว่างทางไว้ด้วย เนื่องจากสินค้าเหล่านี้ไม่สามารถขายหรือนำไปใช้ที่จุดหมายปลายทางได้

1.3.3 สินค้าปลอดภัย (Safety or Buffer Stock) สินค้าปลอดภัยหรือสินค้ากันชนเป็นสินค้าจำนวนหนึ่งที่เก็บไว้เกินจากจำนวนสินค้าที่เก็บไว้ตามรอบปกติเนื่องจากความไม่แน่นอนในความต้องการสินค้าหรือเวลานำ (Lead Time) ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังโดยเฉลี่ยจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของปริมาณการสั่งซื้อตามปกติบวกกับปริมาณสินค้าปลอดภัย อย่างไรก็ตามการพยากรณ์ความต้องการสินค้าให้ถูกต้องแน่นอนเป็นสิ่งที่ยากเนื่องจากความต้องการสินค้าที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นสินค้าใดๆก็ตามส่วนใหญ่จะมีความผันแปรเกิดขึ้นเสมอ นอกจากนี้การขนส่งที่ล่าช้าหรือการเกิดปัญหาในการผลิตของซัพพลายเออร์สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน ดังนั้น จึงเป็นหน้าที่ของผู้บริหารในการจะลดความผันแปรต่างๆ ซึ่งเป็นการปรับปรุงการพยากรณ์ให้มีความแม่นยำมากขึ้นจะช่วยลดจำนวนสินค้าปลอดภัยลงไปได้ นอกจากนี้การมีความสัมพันธ์ที่ดีกับซัพพลายเออร์และการใช้บริการขนส่งที่ให้บริการตรงเวลาจะช่วยลดความผันแปรของเวลานำในการสั่งซื้อได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีแนวคิดของการขนส่งแบบเจาะจงเวลา (Time-definite Delivery) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การบริหารเป็นไปอย่างรวดเร็วและเชื่อถือได้ ซึ่งช่วยทำให้ลดปริมาณสินค้าปลอดภัยลงและเพิ่มความสามารถในการวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

1.3.4 สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร (Speculative Stock) สินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไรเป็นการเก็บสินค้าคงคลังเอาไว้ โดยที่มีเหตุผลในการเก็บมากกว่าเพียงแค่การเตรียมไว้สำหรับความต้องการในปัจจุบัน เช่น การสั่งซื้อวัตถุดิบในจำนวนที่มากกว่าปกติเพื่อต้องการส่วนลดหรือมีการพยากรณ์ว่าวัตถุดิบจะมีการขึ้นราคาหรือขาดแคลนในอนาคต นอกจากนี้การประหยัดจากการผลิต (Production Economies) ทำให้ต้องมีการผลิตสินค้าในแต่ละช่วงในปริมาณที่มากกว่าความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาดังกล่าว

1.3.5 สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาล (Seasonal Stock) สินค้าที่เก็บไว้ตามฤดูกาลเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของสินค้าที่เก็บไว้เพื่อเก็งกำไร โดยเป็นการสะสมสินค้าคงคลังไว้จำนวนหนึ่งก่อนที่ฤดูกาลของการขายสินค้าจะมาถึง สินค้าประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผลผลิตทางการเกษตร หรือผลผลิตตามฤดูกาล

1.3.6 สินค้าไม่เคลื่อนไหว (Dead Stock) สินค้าประเภทนี้เป็นสินค้าที่กิจการเก็บไว้ และไม่มีความต้องการสินค้าเกิดขึ้นในช่วงใดช่วงหนึ่งซึ่งอาจเป็นสินค้าล้าสมัยเสื่อมสภาพ หรือเป็นสินค้าตกค้างอยู่ในคลังสินค้าแห่งใดแห่งหนึ่ง ถ้าเป็นกรณีหลังการขนส่งสินค้าที่ตกค้างไปยังคลังสินค้าแห่งอื่นเพื่อป้องกันการเสื่อมสินค้าหรือการนำมาขายลดราคาหน้าโรงงานอาจจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

1.4 ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง

ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังจะประกอบไปด้วยต้นทุนย่อยต่างๆที่เกิดขึ้นจากการเก็บสินค้าคงคลังจำนวนหนึ่งไว้ และต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังถือได้ว่าเป็นต้นทุนที่สูงตัวหนึ่งในบรรดาต้นทุนด้านโลจิสติกส์ (Logistic Costs) ซึ่งการที่ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังมีผลกระทบอย่างมากต่อระบบโลจิสติกส์ จึงทำให้การคำนวณต้นทุนที่ถูกต้องของการเก็บรักษาสินค้าคงคลังเป็นสิ่งจำเป็น

การคำนวณต้นทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังแต่ละกิจการจะอยู่ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น แต่ละกิจการควรพิจารณาต้นทุนด้านโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้นในกิจการของตน และพยายามที่จะทำต้นทุนส่วนนี้ต่ำที่สุดโดยสามารถรักษาวัตถุประสงค์ของการให้บริการลูกค้าไว้ ซึ่งต้นทุนสินค้าคงคลังสามารถจำแนกได้ 4 ประเภทดังนี้

1.4.1 ต้นทุนของเงินทุน (Capital Costs) การถือสินค้าคงคลังไว้ทำให้เงินทุนส่วนหนึ่งจมอยู่กับสินค้าโดยที่ไม่สามารถนำเงินทุนจำนวนนั้นไปใช้ในกิจกรรมอื่นได้ ซึ่งเงินทุนส่วนนี้ถือเป็นค่าเสียโอกาสของเงินทุน (Opportunity Cost of Capital) โดยเงินทุนส่วนนี้อาจจะมาจากแหล่งเงินทุนภายในกิจการหรือภายนอกกิจการ เช่น การกู้ยืมจากธนาคาร เงินทุนที่ได้จากการออกหุ้นสามัญ เป็นต้น ซึ่งอัตราที่ใช้พิจารณาสำหรับค่าเสียโอกาสดังกล่าวควรเป็นอัตราที่สะท้อนต้นทุนของเงิน (Cost of Money) ที่กิจการลงทุนไปในสินค้าคงคลัง ดังนั้น แต่ละกิจการจะต้องพิจารณาว่าอัตราที่เหมาะสมควรเป็นเท่าใด และการเกิดสินค้าคงคลังไว้จำนวนมากเกินไปจะไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มให้แก่กิจการแต่อย่างใด

โดยทั่วไป การคำนวณต้นทุนของเงินทุนในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังของกิจการที่ผลิตสินค้า จะคำนวณจากต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรักษาสินค้าคงคลังตลอดจนค่าใช้จ่าย

ต่างๆในการที่จะทำให้สินค้าคงคลังอยู่ในสภาพพร้อมจำหน่าย ซึ่งสามารถแบ่งต้นทุนสินค้าคงคลังได้เป็น 4 ประเภทย่อยดังนี้

ก. วิธีต้นทุนทางอ้อมโดยใช้ต้นทุนจริง (Actual Absorption Costing) ซึ่งจะรวมต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของวัตถุดิบและค่าจ้างแรงงาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายโรงงานที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า (Predetermined Overhead) ทั้งส่วนที่เป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ข. วิธีต้นทุนทางอ้อมโดยใช้ต้นทุนมาตรฐาน (Standard Absorption Costing) ซึ่งจะรวมต้นทุนของวัตถุดิบและค่าจ้างแรงงานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Predetermined Overhead) ตลอดจนค่าใช้จ่ายโรงงานที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าทั้งส่วนที่เป็นต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร

ค. วิธีต้นทุนทางตรงโดยใช้ต้นทุนจริง (Actual Direct Costing) ซึ่งจะรวมต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของวัตถุดิบและค่าจ้างแรงงาน ตลอดจนค่าใช้จ่ายในโรงงานที่กำหนดไว้ล่วงหน้าในเฉพาะส่วนที่เป็นต้นทุนผันแปรเท่านั้น

ง. วิธีต้นทุนทางตรงโดยใช้ต้นทุนมาตรฐาน (Standard Direct Costing) ซึ่งจะรวมต้นทุนของวัตถุดิบและค่าจ้างแรงงานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ตลอดจนค่าใช้จ่ายโรงงานที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้าในเฉพาะส่วนที่เป็นต้นทุนผันแปรได้เท่านั้น

1.4.2. ต้นทุนด้านบริการที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลัง (Inventory Service Costs) ต้นทุนด้านบริการที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลังจะประกอบด้วยค่าประกันภัยทั้งในด้านอัคคีภัยและการโจรกรรม ทรัพย์สินที่เป็นสินค้าคงคลัง และภาษีในการถือครองทรัพย์สินส่วนบุคคล (Personal Property Taxes) ซึ่งทรัพย์สินในที่นี้คือสินค้าคงคลัง การคิดภาษีจะคิดเป็นลำดับตามปริมาณสินค้าคงคลังที่กิจการได้ครอบครองไว้ ซึ่งในส่วนค่าประกันภัยจะไม่ผันแปรตามระดับของสินค้าคงคลังมากนัก เนื่องจากค่าเบี้ยประกันภัยจะคิดจากมูลค่าของสินค้าที่กำหนดไว้แน่นอนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อย่างไรก็ตามควรมีการแก้ไขกรมธรรม์ประกันภัยเป็นช่วง ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับของสินค้าคงคลังเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นในการคำนวณค่าเบี้ยประกันภัยยังพิจารณาจากลักษณะของสิ่งก่อสร้างของคลังสินค้าตลอดจนระบบการป้องกันอัคคีภัยที่ใช้ในคลังสินค้า

1.4.3 ต้นทุนการใช้พื้นที่เก็บรักษาสินค้าคงคลัง (Storage Space Costs) พื้นที่ในการเก็บรักษาสินค้าคงคลังสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท ตามลักษณะของสถานที่ดังนี้

ก. ต้นทุนคลังสินค้าโรงงาน (Plant Warehouses Costs) คือต้นทุนคลังสินค้าที่อยู่ภายในโรงงานส่วนใหญ่จะเป็นต้นทุนคงที่ในกรณีที่มีค่าใช้จ่ายแปรได้ ต้นทุนที่เกิดขึ้นจะเป็นต้นทุนที่แปรผันตามจำนวนสินค้าที่เคลื่อนไหวเข้าออกจากพื้นที่นั้น โดยไม่แปรผันตามจำนวนสินค้าที่เก็บรักษาไว้ในกรณีที่มีค่าใช้จ่ายผันแปรได้ประเภทอื่นซึ่งแปรผันตามปริมาณของสินค้าคงคลังแทน โดยไม่นำมารวมต้นทุนของสินค้าคงคลัง นอกจากนั้นต้นทุนคลังสินค้าในโรงงานยังสามารถประมาณได้จากการพิจารณาว่าถ้ากิจการให้เช่าพื้นที่ในโรงงานแทนการเก็บรักษาสินค้าคงคลังกิจการจะมีรายได้จากพื้นที่นั้นเท่าไร ซึ่งเท่ากับการประมาณต้นทุนค่าเสียโอกาสของพื้นที่นั้นนั่นเอง

ข. ต้นทุนคลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouses Costs) คือต้นทุนของการใช้คลังสินค้าสาธารณะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการลำเลียง (Handling Charges) และค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้า (Storage Charges) โดยค่าใช้จ่ายในการลำเลียงขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้าที่เคลื่อนย้ายเข้าเก็บและนำออกจากคลังสินค้า ส่วนค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้าคงคลัง ในทางปฏิบัติค่าใช้จ่ายในการลำเลียงจะจ่ายทันทีเมื่อมีการเคลื่อนย้ายสินค้า ส่วนค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าจะเก็บเป็นรายงวด

ค. ต้นทุนคลังสินค้าเช่าหรือเช่าซื้อ (Rent or Leased (Contract) Warehouse) คือการเช่าหรือเช่าซื้อคลังสินค้าจะมีการทำสัญญาตามที่กำหนดไว้ในช่วงใดช่วงหนึ่ง ค่าเช่าหรือเช่าซื้อจะไม่ขึ้นลงตามจำนวนสินค้าคงคลังที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน

ง. ต้นทุนคลังสินค้าของกิจการ (Company-owned (Private) Warehouse) คือต้นทุนคลังสินค้าของกิจการเกิดขึ้นจากการที่กิจการได้ปลูกสร้างไว้เพื่อรับรองสินค้าคงคลังของกิจการ ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่เป็นต้นทุนคงที่ในขณะที่ต้นทุนส่วนน้อยเป็นต้นทุนผันแปรได้ ในการคำนวณต้นทุนคลังสินค้าของกิจการอาจประมาณได้จากต้นทุนส่วนที่คาดว่าจะหายไปในการปิดคลังสินค้าของกิจการ หรือต้นทุนที่สามารถประหยัดได้เมื่อมีการไปเช่าคลังสินค้าสาธารณะเพื่อเก็บสินค้าแทน

1.4.4. ต้นทุนความเสี่ยงที่เกิดจากสินค้าคงคลัง (Inventory Risk Costs) หมายถึงต้นทุนใดๆที่เกิดจากความเสี่ยงในการเก็บสินค้าคงคลังไว้ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

ก. ต้นทุนสินค้าเสื่อม (Obsolescence Costs) หมายถึงต้นทุนที่เกิดขึ้นเนื่องจากสินค้าไม่สามารถขายได้ในราคาปกติอีกต่อไป ซึ่งก็คือ ต้นทุนที่เกิดจากการถือสินค้าคงคลังนั้นไว้เกินช่วงอายุที่สามารถใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์ (Salvage Value) หรือราคาเต็มของสินค้าลบด้วยราคาที่ลดลงไปเพื่อกำจัดสินค้านั้นออกไป

ข. ต้นทุนค่าเสียหาย (Demand Costs) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งสินค้าในกรณีที่มีการใช้คลังสาธารณะ ค่าเสียหายส่วนนี้สามารถขอคืนจากผู้จัดการคลังสินค้าในกรณีที่มีการเสียหายเกินกว่าที่ตกลงไว้

ค. ต้นทุนสินค้าหดหาย (Shrinkage Costs) รวมถึงสินค้าสูญหายและสินค้าหกดตัวเนื่องจากน้ำหนักรหรือปริมาตรลดลง สินค้าหดตัวสามารถเกิดจากการขนส่งสินค้าทางการเกษตร แร่ธาตุ น้ำมัน ฯลฯ ซึ่งน้ำหนักของสินค้าเหล่านี้ส่วนหนึ่งจะหดตัวไปหรือระเหยไประหว่างการขนส่ง

ง. ต้นทุนการเคลื่อนย้ายสถานที่ (Relocation Costs) เกิดขึ้นเมื่อการย้ายสินค้าจากคลังสินค้าแห่งหนึ่งไปยังคลังสินค้าอีกแห่งหนึ่งเพื่อลดปัญหาความเสี่ยงของสินค้า

1.5 ระบบของคลัง

ระบบของคลังมีความจำเป็นในระบบผลิต โดยจะใช้ในการวางแผนการผลิตและแรงงาน นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่แสดงให้เห็นความสามารถในการแข่งขันขององค์กรหรือความเร็วในการตอบสนองต่อลูกค้า จึงได้มีการศึกษาควบคุมระบบของคลัง พัฒนาทฤษฎีและแบบจำลองในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานะจริง เพื่อหาแนวทางในการควบคุมของคลังให้มีประสิทธิภาพตามความต้องการ โดยทำให้เกิดต้นทุนของระบบต่ำที่สุด

ในระบบการผลิตทั่วไปของคลังหมายถึง วัตถุประสงค์หรือชิ้นส่วนที่สั่งมาเพื่อใช้ในการผลิตหรือเป็นส่วนประกอบในการผลิต ชิ้นส่วนที่อยู่ระหว่างการผลิตหรือรอการผลิตในขั้นตอนถัดไป และสินค้าสำเร็จรูปที่ผ่านทุกขั้นตอนแล้วพร้อมที่จะนำไปขาย (Silver and Peterson, 1985)

วัตถุประสงค์ของการควบคุมระบบของคลัง คือ เพื่อหาแนวทางในการกำหนดจำนวนของคลังที่มีอยู่ให้เพียงพอแก่ความต้องการหรืออุปสงค์ โดยที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือการวิเคราะห์ว่าเวลาใดที่ควรทำการสั่งซื้อของคลังมาเพิ่ม และควรสั่งซื้อเป็นปริมาณเท่าใด (Tersine, 1994), (Winston, 1994) และ (Anderson *et al.*, 1997)

ต้นทุนที่เกิดขึ้นในระบบคลัง แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

1.5.1 ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) คือต้นทุนที่เกิดจากการสั่งซื้อ โดยไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณที่สั่งซื้อ ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการออกใบสั่งซื้อ และต้นทุนในการชำระค่าของที่สั่งซื้อ

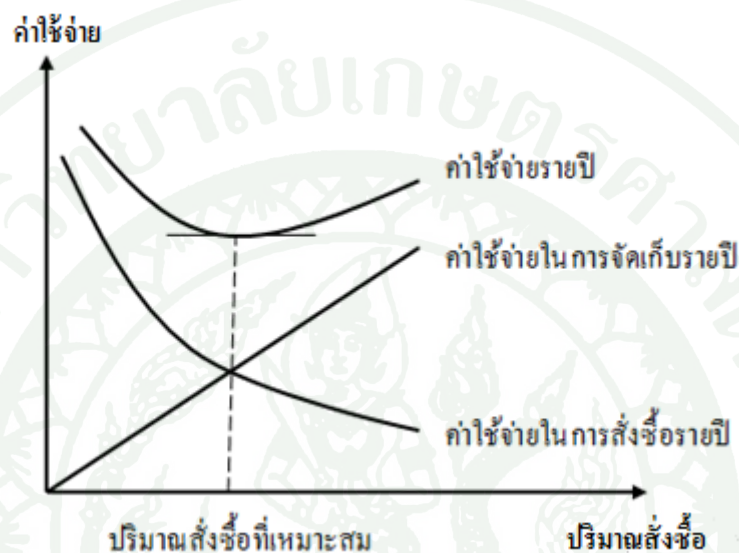
1.5.2 ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อหน่วย (Unit Purchasing Cost) คือต้นทุนผันแปรต่อหน่วยของสินค้าหรือที่เรียกโดยทั่วไปว่าราคาต่อหน่วย โดยทั่วไปต้นทุนนี้จะรวมต้นทุนในการขนส่งแล้ว

1.5.3 ต้นทุนในการจัดเก็บ (Holding or Carrying Cost) คือต้นทุนที่เกิดจากการจัดเก็บของคลังหนึ่งหน่วยภายในหนึ่งช่วงเวลา ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนในการเก็บรักษา ค่าประกันภัย ค่าภาษี ต้นทุนจากการเสียหายหรือสูญหาย

1.5.4 ต้นทุนที่เกิดจากการขาดแคลน (Stockout or Shortage Cost) คือต้นทุนที่เกิดจากการสั่งสินค้าย้อนหลัง (Backorder) หรือการสูญเสียกำไรหรือยอดขาย (Lost sales) อันเนื่องมาจากปริมาณของคลังที่มีอยู่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการหรืออุปสงค์ของลูกค้า

โดยทั่วไปแล้วต้นทุนในการจัดเก็บรายปีจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่สั่งซื้อ ส่วนต้นทุนในการสั่งซื้อรายปีนั้นจะลดลงเมื่อปริมาณสั่งซื้อเพิ่มขึ้นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่ายิ่งสั่งซื้อเป็นปริมาณมากจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อลดลง สามารถเขียนรูปแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุนต่าง ๆ กับ

ปริมาณสั่งซื้อ ได้ดังภาพที่ 1 จะเห็นว่าต้นทุนรายปีรวมเกิดจากผลรวมของต้นทุนในการจัดเก็บรายปีกับต้นทุนในการสั่งซื้อรายปี และปริมาณสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนรายปีรวมต่ำที่สุดจะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับจุดตัดระหว่างต้นทุนทั้งสองประเภท ซึ่งปริมาณสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนรายปีต่ำที่สุด เรียกว่าปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของต้นทุนกับปริมาณสั่งซื้อ

ที่มา: Winston (1994)

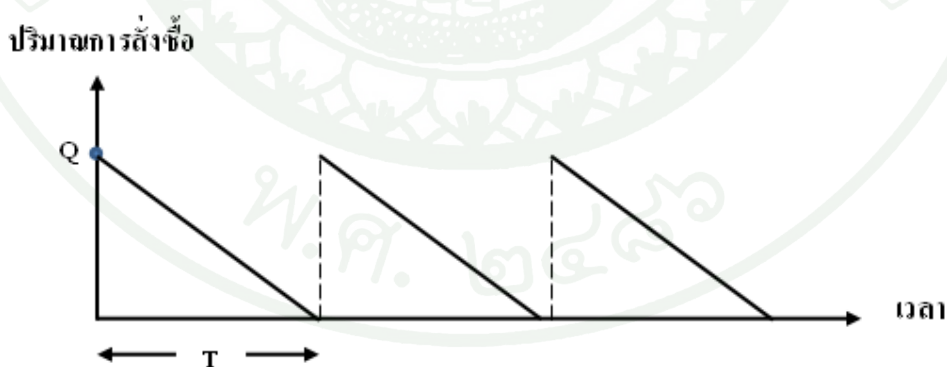
การหาแนวทางเพื่อกำหนดจำนวนของคงคลังให้เพียงพอกับอุปสงค์ โดยที่ทำให้เกิดต้นทุนที่ต่ำที่สุดนั้น ได้มีการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสั่งซื้อ (Quantity, Q) และเวลาสั่งซื้อ (Replenishment Time, T) ที่เหมาะสมที่สุด สามารถแบ่งการลักษณะการสั่งซื้อสินค้าได้เป็น 2 กรณีคือ ปริมาณสั่งซื้อคงที่ และช่วงเวลาสั่งซื้อคงที่

การสั่งซื้อ โดยที่ปริมาณสั่งซื้อคงที่หรือระบบของคงคลังที่มีการตรวจสอบตลอดเวลา (Continuous Review Policy) แบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือระบบที่สั่งซื้อเป็นจำนวน Q เมื่อระดับของคงคลังที่มีอยู่ลดลงถึงระดับจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder point, r) หรือที่เรียกว่าระบบ จุดสั่งซื้อใหม่-ปริมาณสั่งซื้อ (r, Q policy) และระบบที่ทำการสั่งซื้อเมื่อระดับของคงคลังน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อใหม่ r โดยสั่งซื้อเป็นจำนวนที่เหมาะสมที่ทำให้ระดับของคงคลังที่มีอยู่เพิ่มขึ้นเท่ากับระดับ

ของคงคลังที่มากที่สุด S หรือที่เรียกว่าระบบจุดสั่งซื้อใหม่-ระดับสั่งซื้อเพิ่ม (r, S policy) ส่วนการสั่งซื้อ โดยที่ช่วงเวลาสั่งซื้อคงที่หรือที่เรียกว่าระบบของคงคลังที่มีการตรวจสอบทุก ๆ รอบเวลาที่เท่ากัน และสั่งซื้อในปริมาณที่ทำให้ระดับของคงคลังที่มีอยู่เพิ่มขึ้นเท่ากับระดับของคงคลังที่มากที่สุด S เมื่อครบรอบช่วงเวลา T หรือที่เรียกว่าระบบช่วงเวลา-ระดับสั่งซื้อเพิ่ม (T, S policy) (Winston, 1994)

2. ทฤษฎีและแบบจำลอง

การวิเคราะห์ระบบของคงคลังโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อ มีวิธีแก้ปัญหาที่ใช้กันแพร่หลาย คือ แบบจำลองของคงคลังการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Order Quantity, EOQ) ซึ่งอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า อุปสงค์มีค่าคงที่ และเกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่ เวลานำมีค่าเป็นศูนย์ตลอดระยะเวลาในการวางแผน และไม่มี การขาดแคลนวัตถุดิบ สามารถเขียนในรูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสั่งซื้อ และเวลาได้ดังภาพที่ 2 โดยที่ Q คือปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด เมื่อสั่งซื้อของคงคลังในปริมาณที่ Q และมีการใช้ของคงคลังจำนวนนั้นด้วยอุปสงค์ค่าหนึ่งที่มีอัตราคงที่ในช่วงเวลาหนึ่ง จนกระทั่งปริมาณของคงคลังเป็นศูนย์ จึงทำการสั่งซื้อใหม่ และได้รับของที่สั่งซื้อในทันทีเนื่องจาก เวลานำเป็นศูนย์



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสั่งซื้อกับเวลาเมื่ออุปสงค์คงที่ เกิดขึ้นด้วยอัตราคงที่ และ เวลานำเป็นศูนย์

ที่มา: Winston (1994)

แบบจำลองของกงคั้งการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์นี้ ใช้ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด โดยสมมติว่าอัตราอุปสงค์คงที่, เวลานำเท่ากับศูนย์, ไม่เกิดการขาดแคลน และต้นทุนต่างๆคงที่ (Tersine, 1994)

กำหนดให้

$TC(Q)$	แทน	ต้นทุนรวมต่อปี
R	แทน	อุปสงค์ต่อปี
P	แทน	ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อหน่วย
C	แทน	ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง
H	แทน	ต้นทุนในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี
Q	แทน	ปริมาณสั่งซื้อ
EOQ	แทน	ปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม
m	แทน	จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ
T	แทน	ช่วงเวลาสั่งซื้อ

ต้นทุนรวมต่อปี = ต้นทุนในการซื้อต่อปี + ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อปี + ต้นทุนในการเก็บรักษาต่อปี

$$TC(Q) = PR + C \cdot \frac{R}{Q} + H \cdot \frac{Q}{2} \quad (1)$$

จะได้ปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมคือ

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (2)$$

จำนวนครั้งที่สั่งซื้อภายใน 1 ปี คือ

$$m = \frac{R}{EOQ} = \sqrt{\frac{HR}{2C}} \quad (3)$$

และช่วงเวลากการสั่งซื้อ

$$T = \frac{1}{m} = \frac{EOQ}{R} = \sqrt{\frac{2C}{HR}} \quad (4)$$

แบบจำลองของคลังการกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์นี้ตั้งอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าอุปสงค์มีค่าคงที่ตลอดขอบเขตเวลาที่พิจารณา ดังนั้นจึงมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือ เป็นแบบจำลองที่ง่ายไม่ซับซ้อน ปริมาณสั่งซื้อที่คงที่ทำให้สะดวกในการใช้งาน แต่ในความเป็นจริงอุปสงค์มีค่าไม่คงที่ ทำให้คำตอบที่ได้คลาดเคลื่อน นอกจากนี้ในการกำหนดต้นทุนและอุปสงค์นั้นเป็นการกำหนดค่าโดยการประมาณให้มีค่าคงที่ตลอดขอบเขตเวลา ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดได้เช่นกัน ในการพิจารณาว่าอุปสงค์ในความเป็นจริงสามารถใช้กับแบบจำลองนี้ได้หรือไม่นั้น สามารถพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Variability Coefficient: VC) โดยที่ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน คือ สัดส่วนของค่าประมาณความแปรปรวนของอุปสงค์กับค่าประมาณอุปสงค์เฉลี่ย จะเห็นว่าถ้าอุปสงค์มีค่าคงที่ทุกช่วงเวลา ค่าประมาณความแปรปรวนของอุปสงค์จะมีค่าเท่ากับศูนย์ ทำให้สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่ายิ่งอุปสงค์มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจะมีค่าลดลง และถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าไม่เกิน 0.2 แล้วแสดงว่าสามารถใช้ข้อมูลอุปสงค์นั้นในแบบจำลอง EOQ ได้ แต่ถ้าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่ามากกว่า 0.2 แสดงว่าอุปสงค์มีค่าแน่นอนแบบไม่คงที่ ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้แบบจำลอง EOQ ในการแก้ปัญหา ควรใช้วิธีการ โปรแกรมพลวัตแทน (Winston, 1994)

นอกจากแบบจำลอง EOQ แล้วยังมีวิธีการในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อแบบง่ายอีกหลายวิธีที่สามารถนำไปใช้ในกรณีที่อุปสงค์ทราบค่าแน่นอนแบบไม่คงที่ได้ ได้แก่

วิธีสั่งซื้อเป็นช่วงเวลา (Periodic Order quantity: POQ) วิธีนี้จะไม่คิดความแปรปรวนของอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา คำตอบที่ได้คือจำนวนช่วงเวลาในการสั่งซื้อ คำนวณจากปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสม (EOQ) หารด้วยค่าอุปสงค์เฉลี่ย ส่วนปริมาณสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลาคือผลรวมของอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา (Tersine, 1994)

วิธีสั่งซื้อแบบล็อตต่อล็อต (Lot for Lot Ordering) คือการสั่งซื้อในปริมาณที่เท่ากับอุปสงค์ในแต่ละเวลา เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก (Tersine, 1994)

วิธีต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุด (Least Unit Cost: LUC) วิธีนี้พิจารณาต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยโดยหาต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยในแต่ละช่วงเวลา ทำการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยเพิ่มขึ้น (Tersine, 1994)

วิธีปรับสมดุลต้นทุน (Part-Period Balancing: PPB) วิธีนี้พิจารณาสัดส่วนของต้นทุนในการสั่งซื้อกับต้นทุนในการเก็บรักษารวม ให้ทำการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ต้นทุนในการเก็บรักษารวมมากกว่าต้นทุนในการสั่งซื้อ (Dematteis and Mendoza, 1968)

วิธีปริมาณสั่งซื้อคงที่ (Fixed Order Quantity: FOQ) วิธีนี้จะกำหนดปริมาณสั่งซื้อเท่ากันทุกครั้ง (Tersine, 1994)

วิธีการเหล่านี้เป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน แต่ต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นอาจไม่ต่ำมาก ถ้าต้องการกำหนดปริมาณสั่งซื้อ โดยให้ต้นทุนรวมต่ำลงต้องใช่วิธีการที่มีความซับซ้อนมากขึ้นได้แก่ วิธีคำนวณแบบ Wagner-Whitin (Wagner-Whitin Algorithm: WW) และวิธีคำนวณแบบ Silver-Meal (Silver-Meal Algorithm: SM) โดยเฉพาะวิธี WW ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีที่สามารถกำหนดปริมาณสั่งซื้อโดยเกิดต้นทุนต่ำที่สุด

วิธีคำนวณแบบ Silver-Meal (Silver-Meal Algorithm: SM) หลักการของวิธีนี้จะพิจารณาต้นทุนเฉลี่ยต่อช่วงเวลา จะทำการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ต้นทุนเฉลี่ยต่อช่วงเวลาเพิ่มขึ้น วิธีนี้มีข้อเสียคือจะไม่เหมาะสมในกรณีที่อุปสงค์มีค่าลดลงตลอด และกรณีที่มีหลายช่วงเวลาที่มียุโรปสงค์มีค่าเป็นศูนย์ (Sliver and Meal, 1973)

วิธีคำนวณแบบ Wagner-Whitin (Wagner-Whitin Algorithm: WW) ใช้วิธีโปรแกรมพลวัต ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความซับซ้อน ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสม มีหลักการคือ การตัดสินใจในช่วงเวลาปัจจุบันจะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาก่อนหน้า และมีวิธีการคำนวณมี 2 แบบ คือ การคำนวณไปข้างหน้า และการคำนวณย้อนกลับ ซึ่งระบบของคลังที่มีการตรวจสอบเป็นช่วงเวลาที่เท่ากัน และรู้ค่าอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา สามารถใช้วิธีโปรแกรมพลวัตในการแก้ปัญหาได้ หลักการของวิธี WW คือคำนวณทางเลือกต่าง ๆ ของต้นทุนที่เป็นไปได้ในแต่ละช่วงเวลา แล้วเลือกทางเลือกที่ให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด ขั้นตอนในการคำนวณคือให้พิจารณาในแต่ละช่วงเวลาว่ามีทางเลือกใดบ้างที่เป็นไปได้ และคำนวณต้นทุนของแต่ละทางเลือก จากนั้นหาผลรวมของต้นทุนแต่ละทางเลือกที่คำนวณได้กับต้นทุนที่ต่ำที่สุดของช่วงเวลาก่อนหน้า เลือกทางเลือกที่ให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาถึงช่วงเวลาสุดท้ายให้วิเคราะห์ว่าต้นทุนที่ต่ำที่สุดที่ได้นั้นประกอบด้วยต้นทุนที่เกิดขึ้นจากทางเลือกของช่วงเวลาใดบ้าง แสดงว่าให้ทำการสั่งซื้อในช่วงเวลานั้นด้วยปริมาณที่ครอบคลุมอุปสงค์ (Wagner and Whitin, 1958)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการกำหนดปริมาณสั่งซื้อ/ผลิตแบบพลวัต (Dynamic Lot Sizing Model) หรือ การกำหนดปริมาณสั่งซื้อ/ผลิตภายใต้ระยะเวลาที่สนใจ โดยแบ่งออกเป็นช่วงเวลาที่เท่ากัน เมื่ออุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลามีค่าต่างกัน มีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาคือ กำหนดปริมาณสั่งซื้อและเวลาที่สั่งซื้อที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำที่สุด ภายใต้สมมติฐานที่ไม่มีการขาดแคลนเกิดขึ้น และต้นทุนคงที่ (De Bodt et al., 1984) และ (Askin and Goldberg, 2002)

กำหนดให้

t	แทน	ช่วงเวลา $t = 1, \dots, T$
T	แทน	ระยะเวลาการวางแผน
D_t	แทน	อุปสงค์ในช่วงเวลา t
A	แทน	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อ/ผลิตต่อครั้ง
h	แทน	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อช่วงเวลา

I_t	แทน	ระดับของคงคลังสำรองเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t
X_t	แทน	ปริมาณสั่งซื้อในช่วงเวลา t
C	แทน	ราคาต่อหน่วย
$\delta(X_t)$	แทน	ค่าที่แสดงการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตในช่วงเวลา t โดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต และมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต
M	แทน	เลขจำนวนเต็มบวกที่มีค่ามาก

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T (A\delta(X_t) + CX_t + hI_t) \quad (5)$$

Subject to

$$I_t = I_{t-1} + X_t - D_t \quad (6)$$

$$I_0 = 0 \quad (7)$$

$$M\delta(X_t) - X_t \geq 0 \quad (8)$$

$$X_t, I_t \geq 0; \forall t \quad (9)$$

โดยสมการที่ (9) เป็นสมการกำหนดการสั่งซื้อ $\delta(X_t)$ โดยถ้ามีการสั่งซื้อในปริมาณ $X_t > 0$ ค่า $\delta(X_t)$ จะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่มีการสั่งซื้อ หรือ $X_t = 0$ ค่า $\delta(X_t)$ จะมีค่าเป็น 0

นอกจากนี้ Silver (1979) ได้พัฒนาต่อจากวิธี SM จากเดิมที่สมมติให้อุปสงค์ที่มีค่าแน่นอน เปลี่ยนเป็นอุปสงค์มีค่าไม่แน่นอนโดยมีความสัมพันธ์กับเวลา ซึ่งมีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและสมมติว่าที่เวลาเริ่มต้นมีระดับของคงคลังเท่ากับศูนย์ ดังนั้นช่วงเวลาตรวจสอบหรือสั่งซื้อครั้งแรกจึงเริ่มที่

เวลาเริ่มต้น ซึ่งเสนอให้ใช้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และเวลาแทนค่าในสมการจากเดิมที่ใช้ค่าอุปสงค์

นอกจากนี้ยังมีผู้เสนอการทดสอบประสิทธิภาพระหว่างวิธีกำหนดปริมาณสั่งซื้อแบบง่ายกับวิธี WW และ SM โดย Chong (1987) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ 8 วิธี ได้แก่ FOQ, EOQ, Lot for Lot, Fixed Requirements, LUC, LTC, PPB และ WW โดยวัดเวลาที่ใช้ในการคำนวณเมื่อกำหนดจำนวนช่วงเวลาต่าง ๆ กัน ปรากฏว่าวิธี WW ใช้เวลานานที่สุด ดังนั้นในการวางแผนที่พิจารณาช่วงเวลานาน ๆ จึงไม่ควรใช้วิธี WW นอกจากนี้พบว่าวิธีนี้เหมาะที่จะใช้ในการวางแผนผลิตภัณฑ์เพียงบางอย่างเท่านั้น เช่น ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย หรือผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนสูง สำหรับ Saydam and Evans (1990) ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวิธี EOQ, PPB, IPPB และ SM โดยพิจารณาต้นทุนและเวลาที่ใช้ในการคำนวณ พบว่าถึงแม้วิธี WW จะให้คำตอบที่ดีที่สุดในกรณีการคำนวณมาก ดังนั้นถ้าช่วงเวลาในการวางแผนสั้นหรือผลิตภัณฑ์ที่มีราคาสูงควรใช้วิธี WW แต่ถ้าช่วงเวลาในการวางแผนนานวิธี SM จะใช้เวลาในการคำนวณน้อยที่สุดโดยได้ที่ต้นทุนแตกต่างจากวิธี WW เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เนื่องจากความเหมาะสมของแบบจำลองโปรแกรมพลวัตทำให้มีผู้นำไปประยุกต์ใช้ในปัญหาอื่นหรือเพิ่มข้อจำกัดอื่น ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสถานะจริง รวมทั้งเสนอวิธีแก้ปัญหาที่ง่ายขึ้นเริ่มจาก Goyal (1986) เสนอวิธีแก้ปัญหาโดยเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้นโดยพิจารณาเวลาที่ละคู่ ขณะที่ Chyr et al. (1990) ได้เสนอวิธีแก้ปัญหาที่ลดความซับซ้อนของวิธี WW ลง โดยการนำหลักการที่เรียกว่า Cost-Path Concept มาใช้ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภูมิต้นไม้แสดงโครงสร้างต้นทุนที่เกิดขึ้น จากนั้นได้พิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนของทางเลือกในแต่ละช่วงเวลาทางเลือกที่มีต้นทุนสูงที่สุดจะถูกตัดออกจากการคำนวณในช่วงเวลาถัดไป ซึ่งเป็นการลดจำนวนครั้งในการคำนวณด้วยวิธี WW ลง และ Kumar (1996) ได้เสนอการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีย้อนกลับ (Backward Computation) ในกรณีศึกษาเพื่อกำหนดจำนวนการผลิตในแต่ละเดือนของบริษัทแห่งหนึ่ง และกล่าวว่าถ้าทราบลักษณะการแจกแจงของอุปสงค์ที่แน่นอนแล้ว และอุปสงค์มีความแปรปรวนน้อยมากนั้น สามารถสมมติว่าอุปสงค์มีค่าคงที่ได้ โดยสมมติว่าอุปสงค์ทราบค่าในแต่ละช่วงเวลา ระดับของคงคลังเริ่มต้นและสิ้นสุดขอบเขตเวลาเท่ากับศูนย์ และไม่มีการขาดแคลนเกิดขึ้น โดยคำนวณย้อนกลับทีละช่วงเวลา เริ่มจากช่วงเวลาสุดท้าย พิจารณาทางเลือกที่เป็นไปได้และหาต้นทุนของแต่ละทางเลือก จากนั้นเลือกต้นทุนต่ำที่สุดเป็นค่าเริ่มต้นของการพิจารณาช่วงเวลาถัดไป

นอกจากนี้ Gutierrez et al. (2002) ได้เสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหากำหนดปริมาณสั่งซื้อแบบพลวัตโดยที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่จัดเก็บ นั่นคือจำกัดปริมาณของคงคลัง หรือปริมาณการสั่งซื้อในต้นช่วงเวลารวมกับระดับของคงคลังเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาก่อนหน้าต้องไม่เกินพื้นที่จัดเก็บ วิธีการที่เสนอรับประกันว่าได้คำตอบที่ดีที่สุดโดยกำหนดปริมาณสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลาจะเท่ากับศูนย์ หรือ ผลรวมของอุปสงค์หักออกด้วยระดับของคงคลังเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาก่อนหน้า หรือความสามารถในการจัดเก็บหักออกด้วยระดับของคงคลังเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา ซึ่งเป็นการลดจำนวนทางเลือกในการตัดสินใจลงทำให้สามารถแก้ปัญหาได้เร็ว

กำหนดให้

t	แทน	ช่วงเวลา $t = 1, \dots, T$
d_t	แทน	อุปสงค์ในช่วงเวลา t
x_t	แทน	ปริมาณสั่งซื้อในช่วงเวลา t
I_t	แทน	ระดับของคงคลังสำรองเมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา t
S	แทน	พื้นที่คลังที่มีอยู่
c_t	แทน	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อหน่วย
h_t	แทน	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย

$$\text{Min} \sum_{t=1}^T (c_t(x_t) + h_t(I_t)) \quad (10)$$

Subject to

$$I_{t-1} + x_t = d_t + I_t \quad t = 1, \dots, T \quad (11)$$

$$I_0 = I_t = 0 \quad t = 1, \dots, T \quad (12)$$

$$d_t + I_t \leq S_t \quad t = 1, \dots, T \quad (13)$$

จากการศึกษาวิธีโปรแกรมพลวัตที่กล่าวมา สามารถใช้ในการวางแผนการผลิตหรือสั่งซื้อได้เพียงครั้งละ 1 ชนิดเท่านั้น Kao (1979) จึงได้เสนอโปรแกรมพลวัตในการวางแผนการผลิตหรือสั่งซื้อหลายชนิดพร้อมกัน เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต โดยทราบค่าอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา และสมมติค่าใช้จ่ายต่าง ๆ คงที่ตลอดระยะเวลาที่ศึกษา กำหนดให้

d_t^k	แทน	อุปสงค์ของวัตถุดิบ k ในช่วงเวลา t
x_t^k	แทน	ปริมาณสั่งซื้อของวัตถุดิบ k ในช่วงเวลา t
y_t^k	แทน	ระดับของคงคลังของวัตถุดิบ k ปลายช่วงเวลา t
S_t	แทน	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือผลิตหลายชนิดพร้อมกัน
$C_t^k(\cdot)$	แทน	ต้นทุนในการสั่งซื้อ โดยที่ $C_t^k(0) = 0$ และ $C_t^k(x) = s_t^k + c_t^k x$ เมื่อ $x > 0$
s_t^k	แทน	ค่าใช้จ่ายในการปรับตั้งต่อหน่วย
c_t^k	แทน	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อหน่วย
$H_t^k(\cdot)$	แทน	ต้นทุนในการเก็บรักษา โดยที่ $H_t^k(y) = h_t^k y$
h_t^k	แทน	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วย

$$\sum_{t=1}^T \left[S_t \delta \left(\sum_{k=1}^K x_t^k \right) + \sum_{k=1}^K \left(C_t^k(x_t^k) + H_t^k(y_t^k) \right) \right] \quad (14)$$

Subject to

$$y_{t-1}^k + x_t^k - y_t^k = d_t^k \quad t = 1, \dots, T; k = 1, \dots, K \quad (15)$$

$$\delta(0) = 0, \delta(w) = 1 \quad w \neq 0 \quad (16)$$

$$x_t^k \geq 0, y_t^k \geq 0 \quad t = 1, \dots, T; k = 1, \dots, K$$

$$y_0^k \geq 0, y_T^k \geq 0 \quad k = 1, \dots, K$$

รวมทั้ง Leopoulos and Proth (1985) ที่ได้เสนอแบบจำลองคณิตศาสตร์ในการสั่งซื้อ
วัตถุดิบหลายชนิดพร้อมกัน โดยแบ่งเวลาออกเป็นช่วง และทราบค่าอุปสงค์ในแต่ละช่วงเวลา
พิจารณาวัตถุดิบ 2 ชนิด

กำหนดให้

ξ_i^j แทน อุปสงค์ของวัตถุดิบ j ที่เวลา i เมื่อ $i = 0, \dots, N-1$

V_i^j แทน ปริมาณสั่งซื้อวัตถุดิบ j ที่เวลา i โดยได้รับที่เวลา $i + 1$ เมื่อ
 $i = 0, \dots, N$

y_i^j แทน ระดับของคงคลังของวัตถุดิบ j

f_i^j แทน ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาของวัตถุดิบ j ที่เวลา i

$C_i(V_i^1, V_i^2)$ แทน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อพร้อมกัน ที่เวลา i โดยกำหนด $C_i(0, 0) = 0$ และ
 $C_i(V_i^1, V_i^2) \leq C_i(V_i^1, 0) + C_i(0, V_i^2)$

$$\text{Min} \sum_{i=0}^{N-1} [f_i^1 y_i^1 + f_i^2 y_i^2 + C_i(V_i^1, V_i^2)] \quad (17)$$

Subject to

$$y_{i+1}^j = y_i^j + V_i^j - \xi_{i+1}^j \quad i = 1, \dots, N-1, j = 1, 2 \quad (18)$$

$$y_i^j, V_i^j \geq 0 \quad i = 1, \dots, N, j = 1, 2$$

4. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไวเป็นการทดสอบความมั่นคงของข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์บน พิสัยของการประมาณค่าความน่าจะเป็น การใช้ดุลพินิจเกี่ยวกับตัวเลขต่างๆ ตลอดจนข้อสมมติ พื้นฐานที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนั้น ทั้งนี้โดยการแทนที่ข้อสมมติ หรือตัวเลขตัวใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิมในระดับที่กำหนดหรือต้องการทดสอบ ลงไปแทนข้อสมมติหรือตัวเลขที่ใช้อยู่ เดิมในการประมาณการงบประมาณ และทำการคำนวณใหม่อีกครั้ง แล้วพิจารณาผลลัพธ์ของการ วิเคราะห์ว่า แตกต่างไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด หากผลการวิเคราะห์ไม่แตกต่างไปจากเดิมมากนัก หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อยในระดับที่ไม่มีผลในทางปฏิบัติ อาจกล่าวได้ว่า วิธีการที่ใช้วิเคราะห์ ต้นทุนหรือประมาณการงบประมาณนั้นมีความมั่นคง ไม่อ่อนไหว ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ และถูกต้อง แต่หากผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากเดิมมาก จะทำให้เกิดความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้มาก่อนหน้า เช่น ในการบริหารโรงพยาบาลหลายครั้ง จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบปัจจัยด้านการบริหารที่ส่งผลถึงรายรับและรายจ่ายของ การบริการ ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมได้ ผู้บริหารโรงพยาบาลที่ต้องตัดสินใจโดยมีข้อมูล มักต้องการ ทราบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่จะเกิดต่อรายรับและรายจ่ายของการบริการได้ การ จัดทำงบประมาณที่ถูกต้อง แม่นยำ เป็นการทำงานที่มีความละเอียดอ่อน ต้องอาศัยข้อมูลในเรื่อง ต่างๆ จากแหล่งต่างๆ เป็นจำนวนมาก ต้องมีข้อมูลในด้าน โครงสร้างองค์กร หน่วยงาน ต้นทุน ประเภทต่างๆ การให้บริการระหว่างกัน การจัดสรรกระจายต้นทุน ตลอดจนการประมาณการ จำนวนครั้งและลักษณะของการบริการที่ให้แก่ผู้ป่วย ข้อมูลเหล่านี้หลายกรณีเป็นข้อเท็จจริงที่ สามารถวัด สังเกต หรือประเมินได้โดยตรงอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม ข้อมูลบางประการอาจ ไม่สามารถใช้ตัววัดหรือค่าตัวเลขที่แท้จริงได้เนื่องจากวัดได้ยาก ไม่สามารถวัดได้ หรือไม่คุ้มค่าที่ จะวัด จึงจำเป็นต้องใช้ตัวแทน ใช้การประมาณค่า ตั้งเป็นข้อสมมติหรือกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ ซึ่งข้อมั่นแน่นอนว่าการใช้ตัวเลขประมาณค่า ตัวแทน หรือข้อสมมติ ที่ ย่อมมีโอกาสไม่เป็นความจริง และส่งผลทำให้ผลของการวิเคราะห์ผิดพลาดได้ (จิรัฐม , 2555)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐ (2544) ศึกษาเรื่องระบบการบริหารวัสดุคงคลังของบริษัทปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด ผลการศึกษาพบว่า มีระบบการควบคุมวัสดุคงคลังตามวิธีการจำแนกวัสดุออกเป็นกลุ่ม ABC โดยจะให้ความสำคัญกับวัสดุกลุ่ม A และ B ซึ่งมีมูลค่าการใช้งานต่อปีสูงถึงร้อยละ 94.9 ของมูลค่าการใช้งานทั้งหมด และหากบริษัทใช้ระบบจุดสั่งซื้อที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้คำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดในการสั่งซื้อวัสดุคงคลัง บริษัทจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ถึง 9.6 ล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 24.5 ของค่าใช้จ่ายเดิม

รัชสิรินทร์ (2547) ทำการศึกษาเรื่องการจัดการระดับปริมาณสินค้าคงคลังของอาหารสุนัขสำเร็จรูปที่เหมาะสมของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้วิธีวิเคราะห์เชิงพรรณนาด้วยแนวคิดของการจัดการห่วงโซ่อุปทานในการอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการตอบสนองต่ออุปสงค์ และการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม และใช้วิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของอุปสงค์ต่อราคา และหาระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสม โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งทุติยภูมิ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ราคาสินค้าของตัวเองเป็นตัวแปรสำคัญในการเปลี่ยนแปลงปริมาณยอดขาย ในขณะที่ราคาสินค้าของคู่แข่ง ราคาทดแทน และจำนวนร้านค้าไม่มีผลต่อปริมาณยอดขาย

ณัฐวิภา (2544) ออกแบบจำลองวัสดุคงคลังที่มีการสั่งซื้อร่วมกัน ภายใต้ความไม่แน่นอนของความต้องการใช้วัตถุดิบเพื่อการผลิต สำหรับกำหนดปริมาณสั่งซื้อ จุดสั่งซื้อและจำนวนครั้งในการสั่งซื้อร่วมกันต่อเวลาที่กำหนด ให้ได้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด โดยนำวิธีการโปรแกรมไม่เชิงเส้นตรงแบบหลายจุดมุ่งหมายถูกนำมาใช้ในการออกแบบจำลอง

ผกามาศ (2545) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาาระบบสินค้าคงเหลือ บริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการสั่งซื้อในปริมาณที่ประหยัด พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลที่ได้และเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว วิธีการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณที่ประหยัดจะช่วยลดการพยากรณ์ที่ผิดพลาดได้ดีกว่า อีกทั้งยังลดจำนวนครั้งในการสั่งซื้อให้น้อยลงได้ในแต่ละปี

พรณี (2520) ประยุกต์ใช้หลักการบริหารสินค้าคงคลังสำหรับวัตถุดิบที่เน่าเสียได้ในโรงงานผลิตปลากระป๋อง เพื่อลดต้นทุนสินค้าคงคลัง โดยใช้การวิเคราะห์แบบเอบีซี ในการคัดเลือกวัตถุดิบ หาปริมาณการสั่งซื้ออย่างประหยัด จุดสั่งซื้อ และปริมาณสินค้าคงคลังสำรองจาก

ข้อมูลของบริษัท ในกรณีที่ต้นทุนการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นด้วยอัตราคงที่และไม่คงที่ พบว่าการจัดการคลังโดยการสั่งซื้ออย่างประหยัด ในกรณีที่ต้นทุนการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นด้วยอัตราไม่คงที่ มีต้นทุนที่น้อยกว่าวิธีเดิมร้อยละ 22.10 และ 28.24 ตามลำดับ

พรสรวง (2547) ศึกษาการกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบ เมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่ และต้นทุนต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการควบคุมระบบของคลัง สำหรับกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อ และปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสม โดยพิจารณาต้นทุนรวมต่อปีต่ำที่สุด วิธีโปรแกรมเชิงเส้นถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง พบว่าการใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นในการวางแผนการสั่งซื้อ เมื่อใช้ราคาจากกรณีศึกษา มีต้นทุนรวมต่อปีต่ำที่สุด

พิรณูช (2550) ศึกษาเรื่องการบริหารจัดการวัตถุดิบคลังของโรงงานอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารจัดการสินค้าคลังในส่วนที่ใช้เป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ เพื่อให้มีต้นทุนรวมทั้งหมดต่ำที่สุด โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ถั่วเหลือง และข้าวโพด มีวิธีการวิเคราะห์คือ วิธีปริมาณสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) และวิธี โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) พบว่าวิธีปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) จะมีต้นทุนทั้งหมดต่ำกว่าวิธีการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ในขณะที่วิธีโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) นั้น ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงในทางปฏิบัติมากกว่า

วรรณวิสา (2545) ศึกษาเรื่องระบบการบริหารสินค้าคลังของบริษัทการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้วิธีการจำแนกวัสดุคลังตามลักษณะการใช้งานและใช้หลักการระบบจุดสั่งซื้อใหม่ (Re-Order Point System) มาใช้ในการสั่งซื้อสินค้า พบว่าหากลดระยะเวลาการรอคอยสินค้าที่ปลอดภัยจะส่งผลให้จำนวนสินค้าคลังลดลง

ศุภณัฐ (2546) ศึกษาการจัดการสินค้าคลังในกิจกรรมค้าวัสดุก่อสร้าง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและลดการจัดเก็บสินค้าคลัง และกำหนดจุดสั่งซื้อสินค้า โดยใช้วิธีการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) และระบบจุดสั่งซื้อสินค้า (Ordering Point)

สุวภาจรรย์ (2548) ศึกษาการบริหารสินค้าคงคลัง บริษัท เคมี จำกัด โดยใช้วิธีการจัดการสินค้า ABC และการวางแผนการควบคุมสินค้าคงคลังโดยใช้วิธีการสั่งซื้อสินค้าในปริมาณที่ประหยัดที่สุด (Economic Order Quantity: EOQ) เพื่อหาจุดสั่งซื้อสินค้าที่ทำให้ความถี่ในการสั่งซื้อและปริมาณสินค้ามีความเหมาะสมกับความต้องการ โดยการควบคุมค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังให้มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX

วิธีการ

งานวิจัยนี้แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็น 6 ส่วน โดยส่วนแรกจะกล่าวถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่สองเป็นการเลือกโปรแกรมมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่สามจะเป็นการประยุกต์ใช้แบบจำลองกับโรงงานกรณีศึกษา ส่วนที่สี่ทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้แบบจำลองและเปรียบเทียบกับผลของกรณีศึกษา ส่วนที่ห้ากล่าวถึงการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ ส่วนที่หกจะแสดงการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

1. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยจะนำแบบจำลองต่างๆดังนี้ มาประยุกต์กับโรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา ในส่วนของการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอุปสงค์ และราคาของวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลาไม่คงที่ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมพลวัต แบบจำลองของ (Kao, 1979) และ (Leopoulos and Proth, 1985) พิจารณาการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดพร้อมกัน (Askin and Goldberg, 2002) ใช้แบบจำลองโปรแกรมพลวัต พิจารณาสั่งซื้อภายใต้สมมติฐานไม่มีสินค้าขาดมือ และ (Gutierrez et al., 2002) พิจารณาข้อจำกัดด้านพื้นที่จัดเก็บ เป็นพื้นฐานในการนำมาปรับใช้กับให้เข้ากับลักษณะโรงงานกรณีศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญคือ สามารถลดต้นทุนในส่วนของการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ เพื่อให้ต้นทุนรวมของระบบต่ำที่สุด

ตารางที่ 1 เซตของดัชนี (Index Set)

สัญลักษณ์	ความหมายของดัชนี
i	แหล่งจำหน่ายของวัตถุดิบ $i = \{1, 2, \dots, m\}$
j	ชนิดของวัตถุดิบ $j = \{1, 2, \dots, n_i\}$
t	ช่วงเวลา $t = \{1, 2, \dots, T\}$

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ (Parameters)

สัญลักษณ์	ความหมายของพารามิเตอร์ (Parameters)
TC	ต้นทุนรวมต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
$D_{i,j,t}$	อุปสงค์ของวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t (หน่วย)
$P_{i,j,t}$	ค่าใช้จ่ายแปรผันในการสั่งซื้อวัตถุดิบต่อหน่วยหรือราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t (บาทต่อหน่วย)
V	พื้นที่คลังวัตถุดิบ (กิโลกรัม)
FOM	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อหน่วยเวลา (บาทต่อหน่วยเวลา)
FOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
JOT	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (บาทต่อครั้ง)
JOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
VOC	ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
FHM	ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยเวลา (บาทต่อหน่วยเวลา)
FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
VHU	ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (บาทต่อหน่วย)
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาต่อระยะเวลาการวางแผน (บาท)
m	จำนวนแหล่งจำหน่ายทั้งหมด
n_i	จำนวนชนิดของวัตถุดิบทั้งหมดของแหล่งจำหน่ายที่ i
T	ช่วงเวลาทั้งหมดในระยะเวลาการวางแผน
M	เลขจำนวนเต็มบวกที่มีค่ามาก
L_i	เวลานำในการรับวัตถุดิบของแหล่งจำหน่ายที่ i (หน่วยเวลา)

ตารางที่ 3 ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

สัญลักษณ์	ความหมายของตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)
$Q_{i,j,t}$	ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ช่วงเวลา t (หน่วย)
$I_{i,j,t}$	ระดับวัตถุดิบคงคลังในปลายช่วงเวลาของวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t (หน่วย)
$Y_{i,j,t}$	ค่าแสดงการสั่งซื้อวัตถุดิบ โดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t และมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ (ครั้ง)
$Z_{i,t}$	ค่าแสดงการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน โดยมีค่า 1 เมื่อมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ i ในช่วงเวลาที่ t และมีค่า 0 เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ (ครั้ง)

สมการวัตถุประสงค์

$$\text{Minimize } TC = FOC + JOC + VOC + FHC + VHC$$

$$= T \cdot FOM + \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T Z_{i,t} \cdot JOT + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T P_{i,j,t} \cdot Q_{i,j,t} + T \cdot FHM + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T VHU \cdot I_{i,j,t} \quad (19)$$

โดยที่

$$FOC = T \cdot FOM \quad (20)$$

$$JOC = \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T Z_{i,t} \cdot JOT \quad (21)$$

$$VOC = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T P_{i,j,t} \cdot Q_{i,j,t} \quad (22)$$

$$FHC = T \cdot FHM \quad (23)$$

$$VHC = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T VHU \cdot I_{i,j,t} \quad (24)$$

สมการข้อจำกัด

$$I_{i,j,t-1} + Q_{i,j,t} - I_{i,j,t} = D_{i,j,t} \quad \forall_{i,j,t}; L_i < 1, t \geq 1 \quad (25)$$

$$I_{i,j,t-1} - I_{i,j,t} = D_{i,j,t} \quad \forall_{i,j,t}; L_i \geq 1, t = 1 \quad (26)$$

$$I_{i,j,t-1} + Q_{i,j,t-1} - I_{i,j,t} = D_{i,j,t} \quad \forall_{i,j,t}; L_i \geq 1, t \geq 2 \quad (27)$$

$$MZ_{i,t} - \sum_{j=1}^{n_i} Y_{i,j,t} \geq 0 \quad \forall_{i,j,t} \quad (28)$$

$$MY_{i,j,t} - Q_{i,j,t} \geq 0 \quad \forall_{i,j,t} \quad (29)$$

$$Y_{i,j,t} \leq Q_{i,j,t} \quad \forall_{i,j,t} \quad (30)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} I_{i,j,t} + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} D_{i,j,t} \leq V \quad \forall_{i,j,t} \quad (31)$$

$$I_{i,j,0} = D_{i,j,1} \quad \forall_{i,j}; L_i \geq 1 \quad (32)$$

$$Q_{i,j,t}, I_{i,j,t} \geq 0 \quad \forall_{i,j,t}$$

$$Y_{i,j,t}, Z_{i,t} \in \{0,1\} \quad \forall_{i,j,t}$$

สมการวัตถุประสงค์ (19) คือ ผลรวมของต้นทุนซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการสั่งซื้อ และ ต้นทุนในการเก็บรักษา โดยต้องการให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด ซึ่งต้นทุนทั้งหมดประกอบไปด้วย (20) ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อต่อระยะเวลาการวางแผน เกิดจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อหน่วย เวลาคูณกับจำนวนช่วงเวลาหรือหน่วยเวลาที่ได้แบ่งไว้ภายในระยะเวลาการวางแผน (21) ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อระยะเวลาการวางแผน เกิดจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งคูณกับจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกัน (22) ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อต่อระยะเวลาในการวางแผน เกิด

จากราคาค่าต่อหน่วยของวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลาคูณกับปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อ (23) ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาต่อระยะเวลาการวางแผน เกิดจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อหน่วยเวลาคูณกับจำนวนช่วงเวลาหรือหน่วยเวลาที่ได้แบ่งไว้ภายในระยะเวลาการวางแผน (24) ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาต่อระยะเวลาการวางแผน เกิดจากค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยคูณกับระดับของวัตถุดิบคงคลังปลายงวดในแต่ละช่วงเวลา สมการข้อจำกัดที่ (25) (26) และ(27) เป็นการคำนวณระดับของวัตถุดิบคงคลังปลายช่วงเวลาของวัตถุดิบทุกชนิด สมการข้อจำกัดที่ (28) เป็นสมการแสดงการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกัน สมการข้อจำกัดที่ (29) และ(30) เป็นสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการสั่งซื้อ กับปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อ หรือแสดงการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา สมการข้อจำกัดที่ (31) เป็นข้อจำกัดด้านพื้นที่คลังวัตถุดิบ โดยระดับของวัตถุดิบปลายช่วงเวลารวมกับอุปสงค์ของวัตถุดิบทุกชนิดในแต่ละช่วงเวลา จะต้องไม่เกินพื้นที่คลังวัตถุดิบ สมการข้อจำกัดที่ (32) เป็นข้อจำกัดเมื่อ ระดับของวัตถุดิบคงคลังเริ่มต้น ควรมีปริมาณเพียงพอกับอุปสงค์เริ่มต้น เนื่องจากอุปสงค์มีค่าไม่คงที่

2. การเลือกโปรแกรมมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยเลือกโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX เข้ามาใช้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นค่าคำตอบที่ดีที่สุด สาเหตุที่เลือกใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ได้ดี โดยจุดเด่นของโปรแกรม IBM ILOG CPLEX มีดังนี้

1. เป็นโปรแกรมที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. มีภาษาที่เขียนเข้าใจง่าย และประหยัดเวลาในการหาผลลัพธ์
3. เป็นโปรแกรมลิขสิทธิ์ที่สามารถใช้ได้สำหรับการศึกษาวิจัยโดยไม่มีค่าใช้จ่าย

เพื่อความน่าเชื่อถือของโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX ว่าเป็น โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพโดยให้ผลลัพธ์ที่เป็นค่าคำตอบที่ดีที่สุด ผู้วิจัยได้มีการศึกษาเพิ่มเติมโดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการหาค่าคำตอบที่ดีที่สุด โดยอาศัยการเปรียบเทียบ โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX

ตัวอย่างกรณีศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (พรสรวง, 2547) ทำการกำหนดช่วงเวลาสั่งซื้อที่เหมาะสมโดยให้เกิดต้นทุนรวมต่ำที่สุด กรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้ ใช้วิธีการแก้ปัญหาผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 โดยเก็บข้อมูลจากกรณีศึกษา สามารถสรุปค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลองตัวอย่างกรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้

พารามิเตอร์	จำนวน	หน่วย
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (<i>FOM</i>)	20,515.63	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (<i>JOT</i>)	32.38	บาท/ครั้ง
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (<i>FHM</i>)	73,185.19	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อเดือน (<i>VHU</i>)	0.09	บาท/เดือน
พื้นที่คลังวัตถุดิบ (<i>V</i>)	8,925.00	ลูกบาศก์เมตร

ผลที่ได้จากการใช้แบบจำลอง โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 อาศัยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากข้อมูลกรณีศึกษา ได้ผลของต้นทุนต่างๆ ของกรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลองผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6

ต้นทุน	จำนวน (หน่วย)
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ (<i>FOC</i>)	246,187.56 บาท
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (<i>JOC</i>)	939.02 บาท
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ (<i>VOC</i>)	27,502,103.28 บาท
ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา (<i>FHC</i>)	878,222.28 บาท
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา (<i>VHC</i>)	3,080.78 บาท
ต้นทุนรวมต่อปี (<i>TC</i>)	28,630,532.91 บาท
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบพร้อมกัน (<i>Total Z</i>)	29 ครั้ง

ผลที่ได้จากการใช้แบบจำลอง โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX อาศัยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้จากข้อมูลกรณีศึกษา ได้ผลของต้นทุนต่างๆ ของกรณีศึกษาโรงงานผลิตของเล่นไม้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลองผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX

ต้นทุน	จำนวน (หน่วย)
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ (FOC)	246,187.56 บาท
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (JOC)	1,226.64 บาท
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ (VOC)	27,041,032.45 บาท
ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา (FHC)	878,222.28 บาท
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา (VHC)	2,884.64 บาท
ต้นทุนรวมต่อปี (TC)	28,169,553.57 บาท
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบพร้อมกัน (Total Z)	38 ครั้ง

ผลการเปรียบเทียบต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 กับผลการวางแผนการสั่งซื้อที่ได้จากการใช้แบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX ได้ผลแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบผลของต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO กับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลองใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX

ต้นทุน	ผลจากการใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO	ผลจากการใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบ จากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน	939.02 บาท	1,226.64 บาท	31%
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	27,502,103.28 บาท	27,041,032.45 บาท	-2%

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ต้นทุน	ผลจากการใช้	ผลจากการใช้	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง
	โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO	โปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX	
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	3,080.78 บาท	2,884.64 บาท	-6%
ต้นทุนรวมต่อปี	28,630,532.91 บาท	28,169,553.57 บาท	-2%
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบพร้อมกัน	29 ครั้ง	38 ครั้ง	31%

หมายเหตุ เนื่องจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการวางแผน ทำให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อและต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาที่ได้จากการวางแผนของกรณีศึกษา และการใช้แบบจำลองในการวางแผน มีค่าเท่ากัน จึงไม่นำมาพิจารณา

พิจารณาจากตารางที่ 7 จะเห็นว่าจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX มากกว่าจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 จำนวน 9 ครั้ง ส่งผลให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX มากกว่า ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 คิดเป็นร้อยละ 31 แต่เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX มีต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาน้อยกว่า ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 คิดเป็นร้อยละ 2 และร้อยละ 6 ตามลำดับ จึงส่งผลให้ต้นทุนรวมที่ได้จากการใช้แบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX ในการวางแผนการสั่งซื้อมีค่าต่ำกว่าต้นทุนรวมที่ได้จากการใช้แบบจำลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 คิดเป็นร้อยละ 2

ดังนั้นจากการเปรียบเทียบตัวอย่างกรณีศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ (พรสรวง, 2547) ที่ใช้วิธีแก้ปัญหาผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 กับ โปรแกรมสำเร็จรูป IBMILOG CPLEX ภายใต้

สมมติฐานเดียวกัน สรุปได้ว่าโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX ให้คำตอบที่ดีที่สุด และดีกว่าโปรแกรมสำเร็จรูป LINGO 6 ในตัวอย่างกรณีศึกษา

3. การประยุกต์ใช้แบบจำลองกับโรงงานกรณีศึกษา

วัตถุประสงค์ของแบบจำลองคือ กำหนดช่วงเวลาสำหรับการสั่งซื้อที่เหมาะสมให้กับโรงงานกรณีศึกษา ที่ทำให้เกิดต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดภายในระยะเวลาการวางแผน โดยใช้วิธีการโปรแกรมพลวัตในการแก้ปัญหาผ่าน โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX

จากแบบจำลองทำการปรับสมมติฐานให้สอดคล้องกับกรณีศึกษา และทำการวิเคราะห์หาค่าใช้จ่ายจากข้อมูลการปฏิบัติงานจริงเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในแบบจำลอง ซึ่งประกอบไปด้วยพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ช่วงเวลาทั้งหมดตลอดระยะเวลาการวางแผน ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือน ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยต่อเดือน ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละเดือน อุปสงค์ของวัตถุดิบในแต่ละเดือน และพื้นที่คลังวัตถุดิบ

3.1 ขอบเขตและข้อสมมติในการประยุกต์ใช้แบบจำลองโปรแกรมพลวัต มีดังนี้

3.1.1 มีระยะเวลาการวางแผนการสั่งซื้อ โดยแบ่งช่วงเวลาตรวจสอบออกเป็นหน่วยเวลาที่เท่าๆกัน

3.1.2 พิจารณาวัตถุดิบมากกว่าหนึ่งชนิดโดยมาจากแหล่งจำหน่ายต่างกัน

3.1.3 อุปสงค์ของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีค่าไม่คงที่ แต่ทราบค่าแน่นอนในแต่ละช่วงเวลาจากแผนการผลิตหลัก

3.1.4 เวลามีค่าคงที่ไม่เกินระยะเวลาการวางแผน โดยมีเวลานำในการรับวัตถุดิบจากแต่ละแหล่งจำหน่ายต่างกัน ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อ และวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันมีเวลานำเท่ากัน

- 3.1.5 พื้นที่คลังวัตถุดิบมีจำกัด
- 3.1.6 ไม่พิจารณาอายุของวัตถุดิบ
- 3.1.7 ไม่ยอมให้เกิดวัตถุดิบขาดมือ
- 3.1.8 พิจารณาแบบจำลองวัตถุดิบคงคลังภายใต้นโยบายตรวจสอบตามช่วงเวลา โดยใช้โปรแกรมพลวัต
- 3.1.9 ทำการสั่งซื้อวัตถุดิบในตอนต้นช่วงเวลา
- 3.1.10 ไม่มีข้อจำกัดด้านเงินทุน และไม่พิจารณาต้นทุนของเงินทุน
- 3.1.11 พิจารณาต้นทุนในการสั่งซื้อ และต้นทุนในการเก็บรักษา ไม่พิจารณาต้นทุนในการขนส่งเนื่องจากรวมอยู่ในราคาวัตถุดิบแล้ว
- 3.1.12 ใช้ระบบมาก่อนใช้ก่อน (First in, First out)
- 3.1.13 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อหน่วยเวลา และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อหน่วยเวลา กำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการวางแผน
- 3.1.14 ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อหน่วยหรือราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบมีค่าไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลา แต่ทราบค่าแน่นอนจากข้อมูลที่บันทึกไว้
- 3.1.15 ไม่คำนึงถึงการนำวัตถุดิบคงคลังปลายงวดในช่วงเวลาสุดท้ายของระยะเวลาการวางแผนไปใช้ต่อ

3.2 สมมติฐานที่นำมาประยุกต์ใช้ในแบบจำลองโปรแกรมพลวัต มีดังนี้

3.2.1 กำหนดระยะเวลาการวางแผน 1 ปี โดยแบ่งช่วงเวลาตรวจสอบ (τ) ออกเป็น 12 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 เดือน

3.2.2 พิจารณาวัตถุดิบทั้งหมดรวมทั้งสิ้น 31 ชนิด จากแหล่งจำหน่าย (m) 13 แหล่ง ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 วัตถุดิบทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา

แหล่ง จำหน่าย	ชนิดที่	วัตถุดิบ	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	ร้อยละมูลค่า วัตถุดิบ
1	1	ปลายข้าวขาว/ข้าวหนึ่ง	1,770,000.00	4.08
1	2	รำสกัด	4,838,377.00	11.17
1	3	กากถั่วเหลือง	5,541,000.00	12.79
1	4	ข้าวโพดเมล็ด/ป่น	5,710,533.33	13.18
1	5	มันเส้นบด	124,500.00	0.29
1	6	กากมันเส้นบด	1,238,300.00	2.86
1	7	รำสาลี	135,000.00	0.31
2	1	PM (Procine Meal and Bone Meal)	11,305,083.33	26.09
2	2	เลือดป่น	129,000.00	0.30
3	1	FUNGICAP S-25 KG	215,000.00	0.50
3	2	OXICAP E2-25 KG	42,000.00	0.10
3	3	โคลินคลอไรด์ 60%	74,000.00	0.17
3	4	ทอรีน	244,500.00	0.56
3	5	ซีเซนท์ 9พี	2,640,000.00	6.09
3	6	ดีเทค 8พี	378,640.00	0.87
3	7	ออกซิแคปเปลว	3,450.00	0.01
3	8	โปรโตซาน	139,500.00	0.32
4	1	สีผสมอาหารสัต์ว์ Green NS 4	203,000.00	0.47

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แหล่ง จำหน่าย	ชนิดที่	วัตถุดิบ	รวมมูลค่าวัตถุดิบ (บาท)	ร้อยละมูลค่า วัตถุดิบ
4	2	สีผสมอาหารสัต์ว์ CARMOISINE	276,750.00	0.64
4	3	สีผสมอาหารสัต์ว์ SUNSET YELLOW	165,000.00	0.38
4	4	สีแดง Ponceau 4R	11,250.00	0.03
5	1	SALMON OIL	1,796,360.00	4.15
5	2	น้ำมันไก่เจียว	722,000.00	1.67
6	1	เกลือ	73,350.00	0.17
7	1	พรีมิคซ์เมว	706,500.00	1.63
8	1	น้ำมันปลา	115,230.00	0.27
9	1	ไขมันวัว	207,060.00	0.48
10	1	น้ำมันปาล์ม	1,132,400.00	2.61
11	1	SEMI REFINED OIL	76,950.00	0.18
12	1	น้ำมันเตาสำหรับผลิตอาหารสัต์ว์ เกรด C	3,230,400.00	7.46
13	1	กลิ่นซีฟู้ด Flavour	85,000.00	0.20
รวมมูลค่าวัตถุดิบทั้งหมด			43,330,133.67	100.00

ที่มา: โรงงานอาหารสัต์ว์กรณีศึกษา (2555)

นอกจากนี้สามารถเก็บข้อมูลอุปสงค์ของวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา ได้จากการบันทึกปริมาณการเบิกวัตถุดิบไปใช้ในการผลิต ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบแต่ละชนิด ข้อมูลปริมาณสั่งซื้อวัตถุดิบ วัตถุดิบคงคลังในแต่ละช่วงเวลา และค่าใช้จ่ายโรงงาน ปี 2555 แสดงในภาคผนวกที่ ก1 ถึง ก5 ตามลำดับ

3.2.3 เวลานำในการรับวัตถุดิบ (L_i) ของแหล่งจำหน่ายที่ 1, 2, ..., 12 ไม่เกินช่วงเวลา (1 เดือน) ส่วนแหล่งจำหน่ายที่ 13 เกินช่วงเวลา (มากกว่า 1 เดือน)

3.2.4 พื้นที่คลังวัตถุดิบ (V) มีขนาด 2,592 ลูกบาศก์เมตร (3,600,000 กิโลกรัม)

3.2.5 การเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนรวมของระบบ ประกอบด้วย พารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่

3.2.5.1 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM) ประกอบด้วย เงินเดือน พนักงานจัดสรรตามหน้าที่และลักษณะงานดังนี้

ก. ค่าเช่าพื้นที่ จัดสรรตามขนาดพื้นที่แผนกจัดซื้อ คิดเป็นร้อยละ 4 ของพื้นที่ทั้งหมด

ข. เงินเดือนหัวหน้าแผนกจัดซื้อ ทำหน้าที่ในการวางแผนการจัดซื้อ วัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 100 ของเงินเดือน

ค. เงินเดือนพนักงานอาวุโส ทำหน้าที่ให้คำปรึกษา คิดเป็นร้อยละ 100 ของเงินเดือน

ง. เงินเดือนพนักงานจัดซื้อ มีหน้าที่หลักคือทำการจัดซื้อวัตถุดิบ คิดเป็น ร้อยละ 100 ของเงินเดือน

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM) ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการเตรียมการ ค่าใช้จ่ายในการเก็บบันทึกหลักฐานการสั่งซื้อ ค่าใช้จ่ายในการตรวจรับวัตถุดิบ ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเอกสาร โดยพิจารณาในรูปของเงินเดือน โดยจัดสรรตามหน้าที่ของพนักงาน และค่าเช่าพื้นที่ โดยจัดสรรตามขนาดของแผนกจัดซื้อ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนในปี 2555 (FOM)

ประเภทค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน (บาท/เดือน)	การจัดสรรค่าใช้จ่าย (ร้อยละ)	จำนวนเงิน (บาท/เดือน)
เงินเดือนหัวหน้าแผนกจัดซื้อ	42,000.00	100	42,000.00
เงินเดือนพนักงานอาวุโส	25,000.00	100	25,000.00
เงินเดือนพนักงานจัดซื้อ	12,000.00	100	12,000.00
ค่าเช่าพื้นที่	500,000.00	4	20,000.00
ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อเดือน			99,000.00

หมายเหตุ ทำงานสัปดาห์ละ 6 วัน

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา (2555)

3.2.5.2 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT)

ประกอบด้วย ค่าโทรศัพท์ และค่าเครื่องเขียน

ก. ค่าโทรศัพท์ จัดสรรจากงบประมาณปี 2555 ตามปริมาณการใช้ ซึ่งสำหรับแผนกจัดซื้อ คิดเป็นร้อยละ 30 ของค่าโทรศัพท์ทั้งหมด

ข. ค่าเครื่องเขียน จัดสรรจากงบประมาณปี 2555 ตามปริมาณการใช้ ซึ่งสำหรับแผนกจัดซื้อ คิดเป็นร้อยละ 30 ของค่าเครื่องเขียนทั้งหมด

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT) โดยจะประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายในการขอใบเสนอราคา พิจารณาในรูปของค่าโทรศัพท์ และค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยพิจารณาตามปริมาณการใช้งาน ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งในปี 2555 (JOT)

ประเภทค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/เดือน)	การจัดสรรค่าใช้จ่าย (ร้อยละ)	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าโทรศัพท์	2,655.61	30	796.68
ค่าเครื่องเขียน	1,988.28	30	596.48
		รวม	1,393.17
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง			77.40

หมายเหตุ ใน 1 เดือน สั่งซื้อวัตถุดิบเฉลี่ย 18 ครั้ง

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณ์ศึกษา (2555)

3.2.5.3 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือน (FHM) ประกอบด้วย ค่าเช่าพื้นที่ ค่าไฟ ค่าน้ำประปา ค่ารักษาความปลอดภัย และเงินเดือนพนักงาน

ก. ค่าเช่าพื้นที่ จัดสรรตามขนาดพื้นที่คลังเก็บวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 8 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงงาน

ข. ค่าไฟฟ้า จัดสรรตามขนาดพื้นที่คลังเก็บวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 8 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงงาน

ค. ค่าน้ำประปา จัดสรรตามขนาดพื้นที่คลังเก็บวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 8 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงงาน

ง. ค่ารักษาความปลอดภัย จัดสรรตามขนาดพื้นที่คลังเก็บวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 8 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงงาน

จ. เงินเดือนหัวหน้าแผนกคลัง ทำหน้าที่ในการจัดการในส่วน of คลังวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 100 ของเงินเดือน

จ. เงินเดือนพนักงานคลัง 2 คน จัดสรรตามหน้าที่และลักษณะงาน มีหน้าที่ควบคุม ตรวจสอบยอด จัดเตรียมพื้นที่วัดฤดูบิ คัดเป็นร้อยละ 100 ของเงินเดือน

ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุบิต่อเดือน (FHM) ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจาก ค่าเช่าพื้นที่ ค่าน้ำประปา ค่าไฟ โดยจัดสรรตามพื้นที่คลังวัตถุบิ และเงินเดือนพนักงาน จัดสรรตามหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุบิต่อเดือนในปี 2555 (FHM)

ประเภทค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/เดือน)	การจัดสรรค่าใช้จ่าย (ร้อยละ)	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าเช่าพื้นที่	500,000.00	8	40,000.00
ค่าไฟฟ้า	270,107.64	8	21,608.61
ค่าน้ำประปา	559.17	8	44.73
ค่ารักษาความปลอดภัย	35,154.17	8	2,812.33
เงินเดือนหัวหน้าแผนกคลัง	10,850.00	100	10,850.00
เงินเดือนพนักงานคลัง1	9,000.00	100	9,000.00
เงินเดือนพนักงานคลัง2	7,200.00	100	7,200.00
ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อเดือน			91,515.68

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณ์ศึกษา (2555)

3.2.5.4 ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุบิแต่ละชนิดต่อหน่วยต่อเดือน (VHU) ประกอบด้วย ค่าเครื่องเขียน ค่าน้ำมัน ค่าซ่อมบำรุง และเงินเดือนพนักงาน

ก. ค่าน้ำมัน จัดสรรจากงบประมาณปี 2555 ตามปริมาณการใช้รถโฟล์คคลิฟต์ในแผนกคลัง คัดเป็นร้อยละ 12.5 ของค่าน้ำมันทั้งหมด

ข. ค่าเครื่องเขียน จัดสรรจากงบประมาณปี 2555 ตามปริมาณการใช้ในแผนกคลัง คัดเป็นร้อยละ 5 ของค่าเครื่องเขียนทั้งหมด

ค. ค่าซ่อมบำรุง จัดสรรจากงบประมาณปี 2555 ตามปริมาณการใช้งานของรถโฟล์คลิฟต์ในแผนกคลัง คิดเป็นร้อยละ 12.5 ของค่าซ่อมบำรุงในฝ่ายผลิต

ง. เงินเดือนพนักงานขับรถโฟล์คลิฟต์ 1 คน จัดสรรตามปริมาณการจัดเก็บของเข้าคลังวัตถุดิบ คิดเป็นร้อยละ 12.5 ของเงินเดือน

ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยต่อเดือน (VHU) ซึ่งจะประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายจัดเรียงวัตถุดิบ และค่าซ่อมบำรุง ซึ่งแปรผันตามปริมาณวัตถุดิบ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยต่อเดือน (VHU)

ประเภทค่าใช้จ่าย	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/เดือน)	การจัดสรรค่าใช้จ่าย (ร้อยละ)	จำนวนเงิน (บาท)
ค่าน้ำมัน	268,472.25	12.5	33,559.03
ค่าเครื่องเขียน	1,988.28	5	99.41
ค่าซ่อมบำรุง	5,482.91	12.5	685.36
เงินเดือนพนักงานขับรถโฟล์คลิฟต์	7,200.00	12.5	900.00
		รวม	35,243.81
ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อกิโลกรัมต่อเดือน			0.0988

หมายเหตุ ปริมาณวัตถุดิบคงคลังกับอุปสงค์เฉลี่ย 356,864.14 กิโลกรัม

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณ์ศึกษา (2555)

3.2.5.5 ค่าใช้จ่ายแปรผันในการสั่งซื้อต่อหน่วย หรือราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบทั้งหมด เก็บข้อมูลราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละเดือนของปี 2555

3.2.5.6 อุปสงค์ของวัตถุดิบในแต่ละเดือน เก็บข้อมูลอุปสงค์ของวัตถุดิบจากปริมาณการเบิกวัตถุดิบไปใช้ในการผลิตของวัตถุดิบแต่ละชนิดในแต่ละเดือนของปี 2555

3.2.5.7 พื้นที่คลังวัตถุดิบ ได้จากพื้นที่คลังวัตถุดิบทั้งหมดของโรงงาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 สรุปค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง

พารามิเตอร์	จำนวน	หน่วย
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (<i>FOM</i>)	99,000.00	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (<i>JOT</i>)	77.40	บาท/ครั้ง
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (<i>FHM</i>)	91,515.68	บาท/เดือน
ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อเดือน (<i>VHU</i>)	0.0988	บาท/เดือน
พื้นที่คลังวัตถุดิบ (<i>V</i>)	3,600,000.00	กิโลกรัม

4. การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผล มีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการสั่งซื้อของกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าของกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2555
2. วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX
3. เปรียบเทียบผลที่ได้จากกรณีศึกษากับผลที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

5. การวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis)

เนื่องจากพารามิเตอร์ต่างๆ ได้จากการประมาณค่าจากข้อมูลในอดีต แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การวางแผนระบบของคลังซึ่งเป็นการวางแผนในอนาคต ทำให้พารามิเตอร์มีความคลาดเคลื่อน จึงจะทำการวิเคราะห์ความไวเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ของต้นทุนรวมและลักษณะการวางแผนเมื่อใช้ราคาต่อหน่วยจากกรณีศึกษา โดยจะทำการเปลี่ยน ค่าพารามิเตอร์เพิ่มขึ้นและลดลงครั้งละร้อยละ 20 จนค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนเพิ่มขึ้นหรือลดลงร้อยละ 100 โดยพิจารณาพารามิเตอร์ ดังนี้

1. ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (*FOM*)
2. ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (*JOT*)
3. ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือน (*FHM*)
4. ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (*VHU*)
5. พื้นที่คลังวัตถุดิบ (*V*)

6. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เนื่องจากงานวิจัยได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาด้านการบริหารจัดการคลังวัตถุดิบโดยนำ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ผ่านการเขียนโปรแกรม IBM ILOG CPLEX จึงต้องทำ การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่นำมาใช้เพื่อความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ โดยวิธีการ ดังนี้

1. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลพื้นฐานของแบบจำลอง
2. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในส่วนของการตอบสนองของผลลัพธ์ของ แบบจำลองแบบสุ่มซ้ำ

ผลและวิจารณ์

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้แสดงการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษาในส่วนของจัดการคลังวัตถุดิบ โดยทำการคำนวณต้นทุนที่ได้จากการสั่งซื้อเดิมของกรณีศึกษา เพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนใหม่ที่ได้จากการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการวางแผนการสั่งซื้อผ่านโปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลจากกรณีศึกษา

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากกรณีศึกษา จากการวิเคราะห์ผลการวางแผนการสั่งซื้อของกรณีศึกษา โดยใช้ข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบของกรณีศึกษา ปี 2555 ในภาคผนวกที่ ก1 และ ก2 ตามลำดับ และพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ประมาณได้จากข้อมูลต่าง ๆ ของกรณีศึกษา ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการสั่งซื้อของกรณีศึกษา

ต้นทุน	จำนวน (หน่วย)
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อต่อปี (<i>FOC</i>) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อ (<i>FOM</i>) = 99,000.00 บาท , ช่วงเวลาในการสั่งซื้อ (<i>T</i>) = 12 ชั่วโมง)	1,188,000.00 บาท
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อปี (<i>JOC</i>) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (<i>JOT</i>) 77.40 บาท , จำนวนครั้งในการสั่ง (<i>Total Z</i>) = 107 ครั้ง)	8,281.60 บาท
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อต่อปี (<i>VOC</i>) (ผลรวมของราคาวัตถุดิบ กับปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละเดือน)	43,330,133.67 บาท
ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาต่อปี (<i>FHC</i>) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษา (<i>FHM</i>) = 91,515.68 บาท , ช่วงเวลาในการสั่งซื้อ (<i>T</i>) = 12 ชั่วโมง)	1,098,188.14 บาท

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ต้นทุน	จำนวน (หน่วย)
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาต่อปี (VHC)	147,491.09 บาท
(ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบ (VHU) = 0.0988 ,ผลรวมของปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ($I_{i,j,t}$) = 1,493,433.34)	
ต้นทุนรวมต่อปี (TC)	45,772,094.50 บาท
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบพร้อมกัน ($Total Z$)	107 ครั้ง

จากตารางที่ 14 มีต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อเป็นจำนวน 1,188,000.00 บาท ซึ่งได้จากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนคูณกับจำนวนช่วงเวลาในระยะเวลาการวางแผน และมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันทั้งหมด 107 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 15 ดังนั้นต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันคิดเป็น 8,281.60 บาท มีต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ 43,330,133.67 บาท ซึ่งได้จากราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบในแต่ละเดือนคูณกับปริมาณสั่งซื้อในแต่ละเดือน โดยไม่ได้พิจารณาพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบ

ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบจำนวน 1,098,188.14 บาท ได้จากค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนคูณกับจำนวนช่วงเวลาในระยะเวลาการวางแผน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบ ได้จากค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยต่อเดือนคูณกับปริมาณของวัตถุดิบคงคลังคิดเป็น 147,491.09 บาท

ดังนั้นต้นทุนรวมที่เกิดจากการวางแผนการสั่งซื้อของกรณีศึกษา ซึ่งได้จากผลรวมของต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการเก็บรักษา คิดเป็น 45,772,094.50 บาท

ตารางที่ 15 ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากกรณีศึกษา ($Z_{i,t}$ กรณีศึกษา)

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1
7	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
8	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทนมีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทนไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

2. การวิเคราะห์ผลจากการใช้แบบจำลอง

การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อให้กับกรณีศึกษา โดยใช้อุปสงค์การสั่งซื้อสินค้า และราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบของกรณีศึกษา ปี 2555 ในภาคผนวกที่ ก1 และ ก2 ตามลำดับ โดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM ILOG CPLEX และใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ประมาณได้จากข้อมูลต่าง ๆ ของกรณีศึกษา ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 16

จากตารางที่ 16 มีต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อเป็นจำนวน 1,188,000.00 บาท ซึ่งได้จากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนคูณกับจำนวนช่วงเวลาในระยะเวลาการวางแผน และมีการ

สั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันทั้งหมด 85 ครั้ง ดังนั้นต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันคิดเป็น 6,578.84 บาท มีต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ 40,214,414.88 บาท ซึ่งได้จากราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบในแต่ละเดือนคูณกับปริมาณสั่งซื้อในแต่ละเดือน

ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบจำนวน 1,098,188.14 บาท ได้จากค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนคูณกับจำนวนช่วงเวลาในระยะเวลาการวางแผน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบ ได้จากค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยต่อเดือนคูณกับปริมาณของวัตถุดิบคงคลังคิดเป็น 885,562.57 บาท

ตารางที่ 16 ผลการวางแผนการสั่งซื้อที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

ต้นทุน	จำนวน (หน่วย)
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อต่อปี (FOC) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อ (FOM) = 99,000.00 บาท ,ช่วงเวลาในการสั่งซื้อ (T) = 12 ช่วง)	1,188,000.00 บาท
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อปี (JOC) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (JOT) 77.40 บาท , จำนวนครั้งในการสั่ง (Total Z) = 107 ครั้ง)	6,578.84 บาท
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อต่อปี (VOC) (ผลรวมของราคาวัตถุดิบ กับปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละเดือน)	40,214,414.88 บาท
ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาต่อปี (FHC) (ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษา (FHM) = 91,515.68 บาท ,ช่วงเวลาในการสั่งซื้อ (T) = 12 ช่วง)	1,098,188.14 บาท
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาต่อปี (VHC) (ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบ (VHU) = 0.0988 ,ผลรวมของปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ($I_{i,j,t}$) = 1,493,433.34)	885,562.57 บาท
ต้นทุนรวมต่อปี (TC) จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบพร้อมกัน (Total Z)	43,392,744.43 บาท 85 ครั้ง

ดังนั้นต้นทุนรวมที่เกิดจากการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลอง ซึ่งได้จากผลรวมของต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการเก็บรักษา คิดเป็น 43,392,744.43 บาท

ตารางที่ 17 ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันเมื่อใช้แบบจำลอง ($Z_{i,t}$ แบบจำลอง)

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
5	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
6	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
7	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
12	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทนมีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทนไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

จากตารางที่ 17 จะเห็นว่า การใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันทั้งหมด 85 ครั้ง โดยวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ 1 มีการสั่งซื้อ 10 ครั้ง ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม ตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม วัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ 2 มีการสั่งซื้อ 4 ครั้ง ในเดือนมกราคม เมษายน มิถุนายนและ กรกฎาคม วัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ 3 มีการสั่งซื้อทุกเดือน คิดเป็น 12 ครั้ง วัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายที่ 4 มีการสั่งซื้อ 7 ครั้ง ในเดือนมกราคม มีนาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม ตุลาคม

และพฤศจิกายน วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 5 มีการสั่งซื้อ 8 ครั้ง ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม มิถุนายน สิงหาคม และธันวาคม วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 6 มีการสั่งซื้อ 10 ครั้ง ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 7 มีการสั่งซื้อ 7 ครั้ง ในเดือนมกราคม มีนาคม เมษายน กรกฎาคม กันยายน ตุลาคม และพฤศจิกายน วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 8 มีการสั่งซื้อ 2 ครั้ง ในเดือนมกราคม และ มีนาคม วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 9 มีการสั่งซื้อ 5 ครั้ง ในเดือนมกราคม มีนาคม เมษายน มิถุนายน และกรกฎาคม วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 10 มีการสั่งซื้อ 6 ครั้ง ในเดือนมกราคม มิถุนายน สิงหาคม กันยายน ตุลาคม และธันวาคม วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 11 มีการสั่งซื้อ 7 ครั้ง ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม มิถุนายน กรกฎาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 12 มีการสั่งซื้อ 6 ครั้ง ในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มิถุนายน กรกฎาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน วัตถุประสงค์จากแหล่งจำหน่ายที่ 13 มีการสั่งซื้อ 1 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์

จากการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ ทำให้ได้ผลของปริมาณการสั่งซื้อวัตถุประสงค์ เมื่อพิจารณาร่วมกับปริมาณอุปสงค์ และราคาต่อหน่วยของวัตถุประสงค์แต่ละชนิด ตารางภาคผนวกที่ ก1 และ ก2 จะเห็นว่าช่วงเวลาในการสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อวัตถุประสงค์แต่ละชนิดไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับอุปสงค์ และราคาต่อหน่วยของวัตถุประสงค์แต่ละชนิด ดังตารางภาคผนวกที่ ข1

3. เปรียบเทียบผลที่ได้จากกรณีศึกษากับผลที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

เมื่อนำต้นทุนที่ได้จากการสั่งซื้อของกรณีศึกษากับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลองในตารางที่ 10 และ 12 ตามลำดับ มาทำการเปรียบเทียบ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะหาได้จากสมการที่ 33

$$\text{ร้อยละการเปลี่ยนแปลง} = \left[\frac{Y - X}{X} \right] \times 100 \quad (33)$$

โดยที่ y แทน ค่าที่ได้จากกรณีศึกษา

x แทน ค่าที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

ตัวอย่างการคำนวณร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (JOT)

โดยที่ y แทน ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันจากการใช้แบบจำลอง
 x แทน ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันของกรณีศึกษา

$$\text{ร้อยละการเปลี่ยนแปลง} = \left[\frac{6,578.84 - 8,281.60}{8,281.60} \right] \times 100 = -20.56$$

ผลการเปรียบเทียบต้นทุนที่ได้จากการกรณีศึกษากับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลอง แสดงดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบผลของต้นทุนที่ได้จากการสั่งซื้อของกรณีศึกษากับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

ต้นทุน	ต้นทุนการสั่งซื้อ ของกรณีศึกษา	ต้นทุนการวางแผนการ สั่งซื้อจากแบบจำลอง	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบ จากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน	8,281.60 บาท	6,578.84 บาท	-20.56
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	43,330,133.67 บาท	40,214,414.88 บาท	-7.19
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	147,491.09 บาท	885,562.57 บาท	500.42
ต้นทุนรวมต่อปี	45,772,094.50 บาท	43,392,744.43 บาท	-5.20
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบ พร้อมกัน	107 ครั้ง	85 ครั้ง	-20.56

หมายเหตุ เนื่องจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการวางแผน ทำให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อและต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษาที่ได้จากการวางแผนของกรณีศึกษา และการใช้แบบจำลองในการวางแผน มีค่าเท่ากัน จึงไม่นำมาพิจารณา

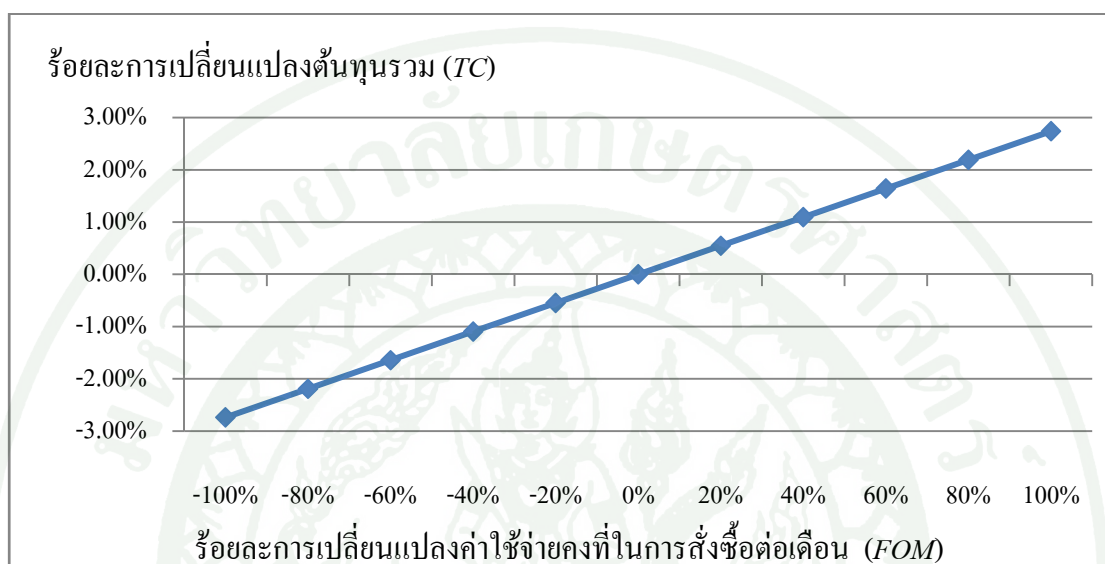
จากตารางที่ 18 ต้นทุนรวม (TC) ของค่าจริงก่อนการปรับปรุงของโรงงานกรณีศึกษาและค่าที่ได้จากแบบจำลองเกิดจากผลรวมของต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการเก็บรักษาดังสมการวัตถุประสงค์ (19) จะเห็นว่า จากการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อมีค่าต่ำกว่าต้นทุนรวมที่ได้จากการวางแผนของกรณีศึกษา คิดเป็นร้อยละ 5.20 เนื่องจาก จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกัน ($Total Z$) จากเดิม 107 ครั้ง ลดลงเหลือ 85 ครั้ง เนื่องจากก่อนทำการปรับปรุงมีการสั่งซื้อในทุกช่วงเวลาที่มีความต้องการวัตถุดิบ แต่หลังจากทำการปรับปรุงโดยใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อทำให้เกิดการสั่งซื้อวัตถุดิบหลายชนิดพร้อมกัน เพราะจะมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่ำกว่าการสั่งซื้อวัตถุดิบแยกครั้งละชนิด ส่งผลทำให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน (JOC) ลดลงคิดเป็นร้อยละ 20.56 และการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อสามารถวางแผนสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ราคาวัตถุดิบต่อหน่วยต่ำโดยจะส่งผลให้ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในแต่ละช่วงเวลา ($Q_{i,j,t}$) เปลี่ยนแปลงผกผันกับราคาของวัตถุดิบในช่วงเวลานั้น ส่งผลให้ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ (VOC) ลดลงคิดเป็นร้อยละ 7.19 แต่ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา (VHC) เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 500.42 เนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบที่เราสั่งซื้อในแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น เพราะต้องการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ราคาวัตถุดิบต่ำในปริมาณมาก ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ (FOC) และต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา (FHC) ที่ได้จากกรณีศึกษาและการใช้แบบจำลองในการวางแผนมีค่าเท่ากัน เนื่องจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาการวางแผน นอกจากนี้ข้อจำกัดด้านระดับวัตถุดิบคงคลังปลายช่วงเวลา ข้อจำกัดด้านพื้นที่ และปริมาณวัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลาสุดท้ายเป็นศูนย์ ทำให้ปริมาณสั่งซื้อวัตถุดิบจากการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีจำนวนน้อยกว่าการสั่งซื้อของกรณีศึกษา

4. ผลการวิเคราะห์ความไว

ผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อค่าพารามิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลง มีรายละเอียดดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM) โดยค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน ได้จากการพิจารณาตามหน้าที่ของพนักงาน ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาด หรือการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ได้

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมที่ใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการแปรผันตรงกับการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM)

จากตารางภาคผนวกที่ ค1 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนจากการใช้แบบจำลอง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5476 และลดลงร้อยละ 0.5478 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0945 และลดลงร้อยละ 1.0947 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6424 และลดลงร้อยละ 1.6423 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.1896 และลดลงร้อยละ 2.1898 และเมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7375 และลดลงร้อยละ 2.7374

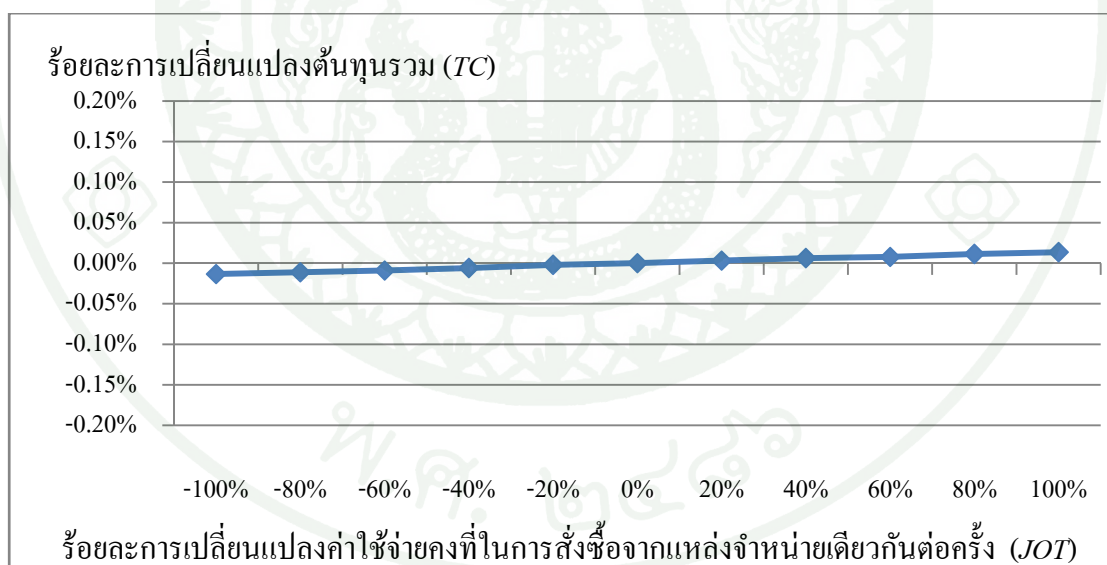
โดยเราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมได้ดังสมการที่ 34

$$y = 0.0274 \cdot x \quad (34)$$

โดยที่ y แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม
 x แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน

2. การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT) โดยค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งได้จากการประมาณค่าใช้จ่ายในการสอบถามราคา และเขียนใบสั่งซื้อ

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้ง จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมที่ใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้ง (JOT)

จากตารางภาคผนวกที่ ค2 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้งจากการใช้แบบจำลอง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่ง

จำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0032 และลดลงร้อยละ 0.0021 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0062 และลดลงร้อยละ 0.0060 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0077 และลดลงร้อยละ 0.0091 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0114 และลดลงร้อยละ 0.0112 และเมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0135 และลดลงร้อยละ 0.0134 ตามลำดับ

ในการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลอง ผลของจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 88 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 90 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 87 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 102 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 82 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 107 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 81 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 112 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 77 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 156 ครั้ง จากเดิม 85 ครั้ง

จะเห็นว่าเมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันลดลง ส่งผลให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งลดลง ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาลดลง แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง และค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษามีมูลค่าน้อยเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ต้นทุนรวมจึงมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก

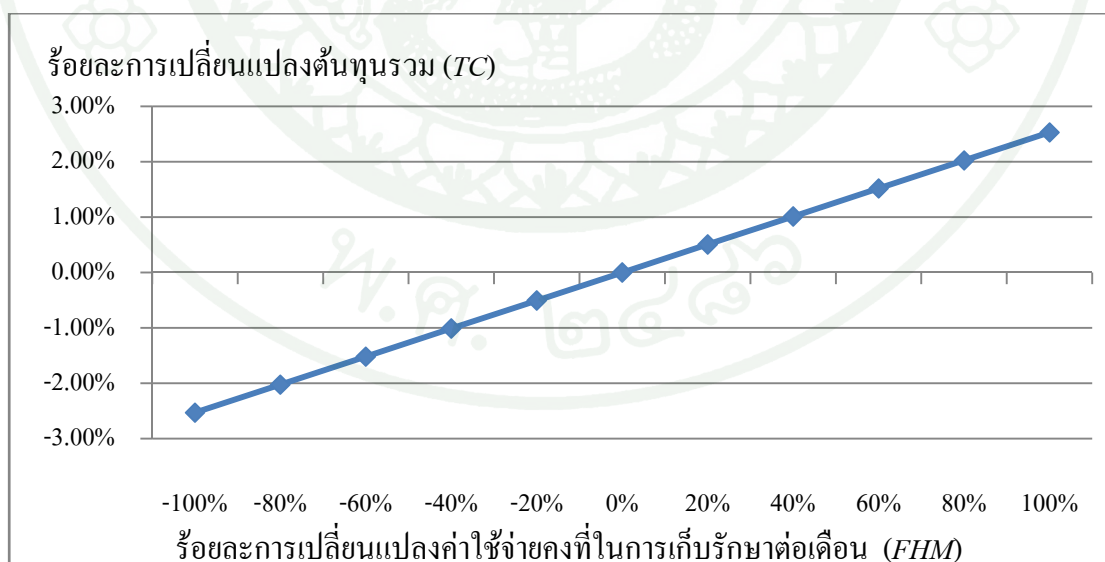
โดยเราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันต่อครั้งกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมได้ดังสมการที่ 35

$$y = 0.000139 \cdot x \quad (35)$$

โดยที่ y แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม
 x แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง

3. การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (*FHM*) โดยค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนได้จากการพิจารณาตามหน้าที่และพื้นที่คลังวัตถุดิบ

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมที่ใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการแปรผันตรงกับการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (FHM)

จากตารางภาคผนวกที่ ค3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนจากการใช้แบบจำลอง เมื่อค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5062 และลดลงร้อยละ 0.5058 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.0117 และลดลงร้อยละ 1.0112 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5182 และลดลงร้อยละ 1.5191 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.0240 และลดลงร้อยละ 2.0242 และเมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5302 และลดลงร้อยละ 2.5306

แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน มีมูลค่ามากเมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายอื่น ๆ จึงทำให้ต้นทุนรวมมีการเปลี่ยนแปลงมาก

โดยเราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมได้ดังสมการที่ 36

$$y = 0.0253 \cdot x \quad (36)$$

โดยที่ y แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม

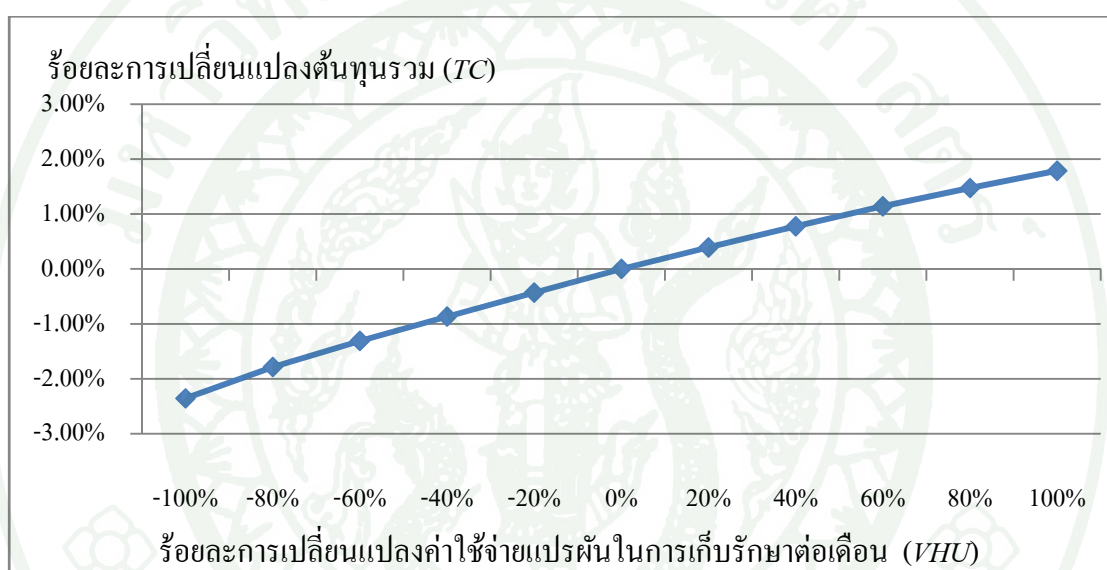
x แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน

4. การเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วย (VHU)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วย จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมที่ใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วย

ตารางภาคผนวกที่ ค4 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยจากการใช้แบบจำลอง เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและ

ลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.3918 และลดลงร้อยละ 0.4306 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.7749 และลดลงร้อยละ 0.8674 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.1407 และลดลงร้อยละ 1.3105 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4738 และลดลงร้อยละ 1.7859 และเมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.7872 และลดลงร้อยละ 2.3548 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัสดุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วย (VHU)

ในการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลอง ผลของจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัสดุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกัน เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัสดุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 89 ครั้ง และลดลงเป็น 83 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัสดุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 96 ครั้ง และลดลงเป็น 84 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัสดุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 102 ครั้ง และลดลงเป็น 70 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัสดุดิบแต่ละชนิดต่อหน่วยเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อ

เพิ่มขึ้นเป็น 107 ครั้ง และลดลงเป็น 66 ครั้ง เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุโบราณแต่ละชนิด ต่อหน่วยเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 109 ครั้ง และลดลงเป็น 32 ครั้ง จากเดิม 85 ครั้ง

จะเห็นว่าเมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุโบราณแต่ละชนิดต่อหน่วยเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุโบราณจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุโบราณจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุโบราณแต่ละชนิดต่อหน่วยลดลง ทำให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุโบราณจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันลดลง ส่งผลให้ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุโบราณจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน และต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาลดลง

โดยเราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุโบราณแต่ละชนิดต่อหน่วยกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวมได้ ดังสมการที่ 37

$$y = -0.00107 + 0.0205 \cdot x \quad (37)$$

โดยที่ y แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม

x แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุโบราณแต่ละชนิดต่อหน่วย

5. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุโบราณ (V)

ผลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุโบราณจากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าต้นทุนรวมที่ใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ มีการแปรผกผันกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุโบราณ

ตารางภาคผนวกที่ ค5 ผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุโบราณจากการใช้แบบจำลอง เมื่อพื้นที่คลังวัตถุโบราณมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0010 และลดลงร้อยละ 0.0011 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.0001 และลดลงร้อยละ 0.0009 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

และลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ -0.0002 และลดลงร้อยละ 0.0635 เมื่อเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้ต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และลดลงร้อยละ 2.3182 และเมื่อเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 100 จะไม่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมของต้นทุนรวมได้



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (TC) เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบ (I)

ในการวางแผนการสั่งซื้อจากการใช้แบบจำลอง ผลของจำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบ จากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกัน เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 80 ครั้ง เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 40 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 87 ครั้ง เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 60 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 86 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 88 ครั้ง เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 80 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อลดลงเป็น 83 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 112 ครั้ง เมื่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและลดลงร้อยละ 100 ส่งผลให้จำนวนครั้งในการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นเป็น 99 ครั้ง และเพิ่มขึ้นเป็น 156 ครั้ง จากเดิม 85 ครั้ง

โดยเราสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่คลังวัตถุดิบกับร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม พิเคราะห์เฉพาะการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 40 ถึง การ

เปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 80 เนื่องจากเป็นช่วงที่ส่งผลต่อร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนได้ดังสมการดังสมการที่ 38

$$y = -0.0268 - 0.0579 \cdot x \quad (38)$$

โดยที่ y แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม
 x แทน ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่คลังวัตถุดิบ

เมื่อวิเคราะห์ความไวโดยการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ พบว่าทุก ๆ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ส่งผลให้ต้นทุนรวม (TC) มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ความไวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	การเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวม (%)
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM)	2.74
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อเดือน (FHM)	2.53
ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (VHU)	2.05
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT)	0.0139
พื้นที่คลังวัตถุดิบ (V)	-5.79

หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่คลังวัตถุดิบ (V) พิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 40 ถึง ลดลงร้อยละ 80

5. การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เนื่องจากงานวิจัยได้นำเสนอการแก้ไขปัญหาด้านการบริหารจัดการสินค้าคงคลังในส่วน
ของคลังวัตถุดิบ โดยนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ผ่านการเขียน โปรแกรม
IBMLOG CPLEX จึงต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่นำมาใช้เพื่อความ
น่าเชื่อถือของผลลัพธ์ โดยวิธีการดังนี้

5.1 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลพื้นฐานของแบบจำลอง

เมื่อพิจารณาข้อมูลการเบิกใช้วัตถุดิบของโรงงานในแต่ละช่วงเวลา ดังแสดงใน
ภาคผนวกที่ ก1 ปริมาณความต้องการวัตถุดิบของโรงงาน (อุปสงค์) ปี 2555 วิเคราะห์เปรียบเทียบกับ
กับผลที่ได้จากแบบจำลอง โดยเปรียบเทียบกับปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ได้จากการใช้แบบจำลอง
ดังแสดงในภาคผนวกที่ ข1 และปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ดังแสดงใน
ภาคผนวกที่ ข2 พบว่ามีความสอดคล้องสมเหตุสมผล และเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบจำลองใน
สมการข้อจำกัดที่ (25) (26) และ (27) โดยตัวแบบจำลองได้ให้ผลลัพธ์ตรงกับสมมติฐานของ
แบบจำลอง

เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากแบบจำลอง โดยวิเคราะห์ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่ง
จำหน่ายเดียวกันที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 17 วิเคราะห์เปรียบเทียบกับผลที่ได้
จากการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ดังแสดงในภาคผนวกที่ ข3 พบว่าเมื่อมี
การสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน ($Z = 1$) วัตถุดิบแต่ละชนิดในแหล่ง
จำหน่ายนั้นจะถูกทำการสั่งอย่างน้อยหนึ่งชนิด (แสดง $Y = 1$ อย่างน้อยหนึ่งครั้ง) แต่ถ้าไม่มีการ
สั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายวัตถุดิบเดียวกันเลยในช่วงเวลานั้น ($Z = 0$) จะไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละ
ชนิดในช่วงเวลานั้นเลย ($Y = 0$) แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องสมเหตุสมผล และเป็นไปตามเงื่อนไข
ของแบบจำลองในสมการข้อจำกัดที่ (28)

เมื่อผลที่ได้จากการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ดังแสดงใน
ภาคผนวกที่ ข3 เป็นไปตามเงื่อนไขของแบบจำลอง เราจึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับปริมาณ
การสั่งซื้อวัตถุดิบที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ดังแสดงในภาคผนวกที่ ข1 โดยเมื่อมีการสั่งซื้อ
วัตถุดิบแต่ละชนิดในช่วงเวลาหนึ่ง ($Y = 1$) ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลานั้นจะต้องมากกว่า

หรือเท่ากับปริมาณความต้องการวัตถุดิบของโรงงาน ($Q \geq 0$) แต่ถ้าไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดในช่วงเวลาหนึ่ง ($Y=0$) จะต้องไม่พบปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลานั้น ($Q=0$) โดยตัวแบบจำลองแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องสมเหตุสมผลเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบจำลองในสมการข้อจำกัดที่ (29) และ (30)

เมื่อพิจารณาผลที่ได้จากแบบจำลอง จะเห็นว่าจำนวนวัตถุดิบคงคลังและปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (อุปสงค์) ในแต่ละช่วงเวลาของวัตถุดิบทุกแหล่งจำหน่ายรวมกัน ต้องมีปริมาณน้อยกว่า หรือเท่ากับขนาดพื้นที่จัดเก็บวัตถุดิบเสมอ ซึ่งตัวแบบจำลองได้ให้ผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล และเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบจำลองในสมการข้อจำกัดที่ (31)

จากสมการข้อจำกัดที่ (32) สามารถอธิบายได้ว่า ความต้องการวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายบางแหล่งมีการจัดส่งล่าช้าเกินกว่าหนึ่งช่วงเวลา ($L_i \geq 1$) ดังนั้นในช่วงเวลาที่ศูนย์ต้องมีการเก็บวัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลาก่อนหน้าให้เท่ากับปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (อุปสงค์) ในช่วงถัดไป เพื่อไม่ทำให้เกิดสินค้าขาดมือ สังเกตได้จากภาคผนวกที่ ก1 แหล่งจำหน่ายที่ 13 ซึ่งตัวแบบจำลองได้ให้ผลที่ถูกต้องสมเหตุสมผล และเป็นไปตามเงื่อนไขของแบบจำลองในสมการข้อจำกัดที่ (32)

5.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในส่วนของการตอบสนองของผลลัพธ์ของแบบจำลองแบบสุดซั่ว

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองในส่วนนี้ ทำขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องตามหลักการทำงานพื้นฐานของระบบ

5.2.1 ทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT)

กรณีทีหนึ่ง เราทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT) ให้มีค่า Big-M ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะเห็นว่าจะเกิดการสั่งซื้อวัตถุดิบในเฉพาะช่วงเวลาแรกที่มีปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (อุปสงค์) เท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการสั่งซื้อวัสดุจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณี
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งให้มีค่า Big-M

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัสดุ												
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัสดุ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัสดุ

แหล่งจำหน่ายที่ 13 ระยะเวลาในการส่งวัสดุเกินหนึ่งช่วงเวลา (1เดือน)

กรณีที่สอง เราทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่าย
เดียวกันต่อครั้งให้ (JOT) มีค่าเป็นศูนย์ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะเห็นว่าจะสามารถเกิดการ
สั่งซื้อวัสดุในได้ในทุกช่วงเวลาที่มีความต้องการวัสดุ (อุปสงค์) ดังแสดงใน
ตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณี
ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งให้มีค่าเป็นศูนย์

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

5.2.2 ทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (VHU)

กรณีนี้หนึ่ง เราทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (VHU) ให้มีค่า Big-M ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะเห็นว่า จะไม่มีการเก็บรักษาวัตถุดิบ แต่จะเกิดการสั่งซื้อวัตถุดิบในทุกๆช่วงเวลาที่มีความต้องการวัตถุดิบ และให้เพียงพอต่อปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (อุปสงค์) ในช่วงเวลานั้นๆเท่านั้น โดยไม่สนใจถึงช่วงเวลาที่ถัดไป ตัวอย่างเช่น ในแหล่งจำหน่ายที่ 8 และ 9 ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลาที่ 9 10 11 และ 12 เนื่องจากเมื่อพิจารณาตารางภาคผนวกที่ ก1 ไม่มีปริมาณความต้องการวัตถุดิบ (อุปสงค์) ในช่วงเวลานั้น และในแหล่งจำหน่ายที่ 13 ไม่มีการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ 1 เนื่องจากระยะเวลาในการส่งวัตถุดิบเกินหนึ่งช่วงเวลา

และไม่มีการสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ 12 เนื่องจากวัตถุดิบที่สั่งซื้อจะมาส่งในช่วงเวลาถัดไป ซึ่งเกินจากช่วงเวลาที่เราสนใจศึกษา เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณีค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็น Big-M

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

กรณีที่สอง เราทำการเปลี่ยนค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วย (VHU) ให้มีค่าเป็นศูนย์ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะเห็นว่า จะเกิดการเก็บรักษาวัตถุดิบหรือเกิดวัตถุดิบคงคลัง โดยจะเกิดการสั่งซื้อวัตถุดิบในทุกๆ ช่วงเวลาเพื่อไม่ให้เกิดสินค้าขาดมือและจะเกิดการสั่งวัตถุดิบในช่วงที่ราคาวัตถุดิบต่ำ ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการสั่งซื้อวัตุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันพร้อมกันที่ได้จากการใช้แบบจำลอง
กรณีค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาวัตุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็นศูนย์

แหล่ง จำหน่าย	การสั่งซื้อวัตุดิบ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัตุดิบ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัตุดิบ

ตัวอย่างเช่น ในแหล่งจำหน่ายที่ 12 จะสังเกตเห็นว่ามีการสั่งในช่วงเวลาที่ 1
เนื่องจากป้องกันการเกิดสินค้าขาดมือ จากนั้นจะสั่งซื้อในช่วงเวลาที่ 2 6 7 10 และ 11 ซึ่งเป็น
ช่วงเวลาที่ราคาวัตุดิบต่ำ เป็นต้น สังเกตได้จากตารางแสดงราคาวัตุดิบต่อหน่วยในตาราง
ภาคผนวกที่ ก2 ดังแสดงในตารางที่ 24

จากการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ดังข้อสังเกตทั้งหมดที่กล่าวมา
ให้ผลลัพธ์ตรงกับสมมติฐานของแบบจำลองที่นำมาใช้กับกรณีศึกษา ทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นใน
ความถูกต้องเหมาะสมของแบบจำลองว่าแบบจำลองนี้สามารถนำไปสู่ความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

ตารางที่ 24 การสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลองกรณีค่าใช้จ่ายแปรผันในการ
เก็บรักษาวัตถุดิบต่อหน่วยมีค่าเป็นศูนย์ ($Y_{i,j,t}$)

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 24 (ต่อ)

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
11	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบการจัดการคลังวัตถุดิบของโรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา โดยโรงงานดำเนินการสั่งซื้อสินค้าแบบไม่ได้มีการวางแผนการสั่งซื้อ คือจะมีการสั่งวัตถุดิบเมื่อต้องการใช้วัตถุดิบนั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงราคาของวัตถุดิบในช่วงเวลานั้น โดยได้ทำการคำนวณต้นทุนรวมจากข้อมูลที่ได้จากโรงงานกรณีศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางเปรียบเทียบกับการใช้แบบจำลองในการวางแผนการสั่งซื้อ จากการที่ใช้แบบจำลองเข้ามาช่วยในการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบสำหรับโรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา ทำให้โรงงานสามารถสั่งซื้อวัตถุดิบในราคาถูกลงและไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนสินค้า โรงงานจึงสามารถลดต้นทุนรวม จากเดิมก่อนการปรับปรุงการสั่งซื้อของกรณีศึกษามีต้นทุนรวม 45,772,094.50 บาท ซึ่งการสั่งซื้อของโรงงานกรณีศึกษาเป็นการสั่งซื้อทุกช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้วัตถุดิบ ดังนั้นจึงมีต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาน้อย แต่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงต้นทุนที่สูงขึ้นซึ่งเกิดจากการสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลาที่วัตถุดิบมีราคาสูง หลังการปรับปรุงต้นทุนรวมต่อปีลดลงเหลือ 43,392,744.43 บาท เนื่องจากแบบจำลองกำหนดให้เราเลือกสั่งซื้อวัตถุดิบในช่วงเวลาที่สินค้ามีราคาต่ำ โดยไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนสินค้า แม้จะส่งผลให้มีต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตามต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อวัตถุดิบลดลงมากกว่าต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษาวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้น ซึ่งโดยรวมแล้วทำให้ต้นทุนรวมต่อปีลดลงคิดเป็นร้อยละ 5.20 จึงเป็นแนวทางให้โรงงานกรณีศึกษานำแบบจำลองไปใช้ในการพัฒนาการวางแผนการสั่งซื้อเพื่อลดต้นทุนรวมให้กับโรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 25

จากการวิเคราะห์ความไวของพารามิเตอร์ทั้ง 5 ค่า พบว่าค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อ และค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุนรวมมากที่สุด ในขณะที่ค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงรองลงมา ส่วนค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก จนกล่าวได้ว่าไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลง ในส่วนของพื้นที่คลังวัตถุดิบมีความไวต่อต้นทุนรวมเฉพาะเมื่อพื้นที่คลังวัตถุดิบลดลงเท่านั้น เนื่องจากปัจจุบันขนาดของพื้นที่คลังวัตถุดิบเพียงพออยู่แล้ว

ตารางที่ 25 สรุปเปรียบเทียบแยกตามต้นทุนต่าง ๆ ที่ได้จากกรณีศึกษากับต้นทุนที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

ต้นทุน	ต้นทุนการสั่งซื้อ ของกรณีศึกษา	ต้นทุนการวางแผนการ สั่งซื้อจากแบบจำลอง	ร้อยละการ เปลี่ยนแปลง
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ	1,188,000.00 บาท	1,188,000.00 บาท	0
ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบ จากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน	8,281.60 บาท	6,578.84 บาท	-20.56
ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	43,330,133.67 บาท	40,214,414.88 บาท	-7.19
ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา	1,098,188.14 บาท	1,098,188.14 บาท	0
ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	147,491.09 บาท	885,562.57 บาท	500.42
ต้นทุนรวมต่อปี	45,772,094.50 บาท	43,392,744.43 บาท	-5.20
จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบ พร้อมกัน	107 ครั้ง	85 ครั้ง	-20.56

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อขยายข้อจำกัดของแบบจำลองให้แบบจำลองมีข้อจำกัดที่ครอบคลุมมากและสมจริงมากยิ่งขึ้น โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. พิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของอายุของวัตถุดิบ เนื่องจากอุตสาหกรรมทั่วไปนั้นจะไม่นำไปถึงอายุการเก็บรักษา แต่วัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษา วัตถุดิบที่ถูกเก็บรักษานาน คุณภาพของวัตถุดิบจะลดลงตามเวลา
2. พิจารณาเพิ่มเติมในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยเวลาไม่คงที่ในบางช่วงเวลา เช่น ในฤดูฝน ความชื้นอาจส่งผลต่อคุณภาพของวัตถุดิบ ดังนั้นอาจต้องมีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสูง เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2555. แนวโน้มอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. แหล่งที่มา:
<http://strategy.dip.go.th/แนวโน้มอุตสาหกรรม/tabid/106/Default.aspx>, 8 ธันวาคม 2555.
- ค่านาย อภิปัญญาสกุล. 2546. โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน. โรงพิมพ์ปัญญาพร, กรุงเทพฯ
- จิรุตม์ ศรีรัตนบัลล์. 2555. การวิเคราะห์ความอ่อนไหว. การวิเคราะห์ความไว. แหล่งที่มา:
<http://www.gotoknow.org/blogs/posts/251763>, 29 มีนาคม 2552
- ณัฐ ช้างหล้า. 2544. ระบบการบริหารวัสดุคงคลังของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ท่าหลวง) จำกัด.
 รายงานการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รัชสิรินทร์ อินทรา. 2547. การวางแผนและจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษาอาคารสุนัข. การศึกษา
 ค้นคว้า ด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นัญญูวิภา จันทร์ศรี. 2544. การออกแบบจำลองวัสดุคงคลังภายใต้ความไม่แน่นอนของ
 ความต้องการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศกามาศ บุญราชแขวง. 2545. การพัฒนาระบบสินค้าคงเหลือบริษัทกรณีศึกษาผลิตชิ้นส่วน
 อิเล็กทรอนิกส์. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรรณี จินฉัตรอมพงษ์. 2520. การประยุกต์ใช้ระบบบริหารสินค้าคงคลังสำหรับวัตถุดิบที่เน่าเสีย
 ได้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- พรสรวง เฉตรไชสง. 2547. การกำหนดช่วงเวลาการสั่งซื้อวัตถุดิบ เมื่ออุปสงค์มีค่าไม่คงที่และ
 ต้นทุนการซื้อต่อหน่วยมีค่าไม่แน่นอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พิรณูช สอนเย็น. 2550. การบริหารจัดการวัตถุดิบคลังของโรงงานอาหารสัตว์. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วรรณวิสา มณีนาค. 2545. ระบบการบริหารสินค้าคงคลังของบริษัทการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
(กรณีศึกษา). การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศุภณัฐ สีสวรรณ. 2546. การจัดการสินค้าคงคลังในกิจการค้าวัสดุก่อสร้าง: กรณีศึกษา บริษัท เอส
เอส จำกัด. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุภาจารีย์ สงวนหมู่. 2548. การบริหารสินค้าคงคลัง บริษัท เคมี จำกัด (กรณีศึกษา). การศึกษา
ค้นคว้าด้วยตนเอง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Anderson, D. R., D. J. Sweeney and T. A. Williams. 1997. **An Introduction to
Management Science : Quantitative Approaches to Decision Making.** 8th ed.,
West Publishing Company, Minnesota.
- Askin, G. and J. B. Goldberg. 2002. **Design and Analysis of Lean
Production Systems.** 1st ed., John Wiley & Sons, United States of America.
- Chong, P.S. 1987. A dispute on James R. Evans' "An efficient implementation of
the Wagner-Whitin algorithm for dynamic lot-sizing" *Journal of Operations
Management*, Vol.5, No. 2, February 1985. **Jour. of Operations Manage.**
7: 27-31.
- Chyr, F., T.M. Lin and C.F. Ho. 1990. A new approach to the
dynamic lot size model. **Eng. Costs and Production Econ.** 20: 255-263.
- De Bodt, M.A., L.F. Gelders and L.N.V. Wassenhove. 1984. Lot sizing
Under dynamic demand conditions: a review. **Eng. Costs and Production Econ.**
8: 165-187

- Saydam, C. and J.R. Evans. 1990. A comparative performance analysis of the Wagner-Whitin algorithm and lot-sizing heuristics. **Computers Ind. Eng.** 18: 91-93.
- Silver, E.A. 1979. A simple inventory replenishment decision rule for a linear trend in demand. **Jour. of Operational. Res. Society.** 30: 71-75
- Silver, E.A. and H.C. Meal. 1973. A heuristic for selecting lot size quantity for the case of a deterministic time-varying demand rate and discrete opportunities for replenishment. **Production. and Inventory Manage.** 14: 64-74
- Silver, E.A. and R. Peterson. 1985. **Decision System for Inventory Management and Production Planning.** 2nd ed., John Wiley & Son, New York.
- Dematteis, J.J. and A.G. Mendoza. 1968. An economic lot sizing technique. **IBM Systems Jour.** 7: 30-46.
- Goyal, S.K. 1986. Improving lot sizing decision based on heuristic methods. **Eng. Costs and Production Econs.** 10: 287-291.
- Gutierrez, J., A. Sedeno-Noda, M. Colebrook and J. Sicilia. 2002. A new characterization for the dynamic lot size problem with bounded inventory. **Computers & Operations Res.** 30: 383-395.
- Kao, E.P.C. 1979. A multi-product dynamic lot-size model with individual and joint set-up costs. **Operations Res.** 27: 279-289.
- Kumar, A. 1996. Inventory management by dynamic programming approach. **IE. Jour.** 25: 11-14.

Leopoulos, V., I. and J. M. Proth. 1985. The general multi-products dynamic lot size model with individual inventory costs and joint production costs. **Eng. Costs and Production Econs.** 9: 15-21.

Tersine, R.J. 1994. **Principles of Inventory and Materials Management.** 4th ed., PTR Prentice-Hall, New Jersey.

Wagner, H.M. and T.W. Whitin. 1958. Dynamic version of the economic lot size model. **Manage. Science.** 5: 89-96

Winston, W.L. 1994 . **Operation Research: Applications and Algorithms.** 3rd ed., Duxbury Press, California.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ข้อมูลจากกรณีศึกษา

ตารางผนวกที่ ก1 ปริมาณความต้องการวัสดุของโรงงาน (อุปสงค์) ปี 2555

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	19,025.50	8,760.00	19,008.00	5,192.50	7,834.00	13,038.63	11,934.50	13,519.00	10,393.50	11,500.00	12,831.50	10,930.00
1	2	49,060.43	32,509.35	46,959.86	32,099.10	26,932.72	62,720.66	78,139.07	41,898.27	66,194.20	44,963.36	72,574.61	82,274.94
1	3	31,647.50	18,327.02	36,701.90	18,201.98	19,639.02	32,871.98	27,730.81	26,223.40	22,422.60	22,366.50	26,190.53	32,959.04
1	4	43,992.40	26,528.50	35,040.50	30,399.20	22,374.00	48,696.10	54,035.67	45,851.85	58,074.50	50,724.00	66,584.47	79,159.00
1	5	11,300.40	6,810.00	4,240.00	-	-	11,747.50	3,699.45	-	-	-	-	-
1	6	5,578.10	6,448.00	12,904.38	11,105.00	9,025.50	3,690.50	12,006.05	16,122.00	30,084.00	23,858.23	30,549.50	33,613.18
1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,215.81	-	-
2	1	40,506.50	28,989.50	55,300.00	21,358.50	24,001.00	46,590.70	65,812.70	47,109.50	55,245.16	58,341.00	62,757.00	64,253.00
2	2	75.00	-	-	725.00	-	925.00	375.00	-	1,625.00	625.00	800.00	1,850.00
3	1	412.00	238.00	412.00	195.50	206.00	412.00	338.00	366.00	432.00	380.00	476.00	586.00
3	2	61.80	35.70	61.95	29.70	30.90	61.80	50.70	54.90	64.80	57.00	71.40	88.50
3	3	290.00	137.50	283.50	116.50	162.00	183.50	176.50	200.50	151.00	178.00	206.00	221.00
3	4	143.25	99.00	205.00	73.00	112.00	176.00	169.00	183.00	151.00	169.00	206.00	221.00
3	5	1,063.30	813.00	1,545.29	676.94	799.60	855.89	760.68	989.80	1,048.77	1,613.53	1,332.99	1,792.80

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
3	6	541.94	165.00	21.12	188.60	7.68	505.04	445.69	372.21	141.75	65.65	120.25	209.30
3	7	0.95	0.95	1.81	0.69	0.78	1.18	2.40	2.13	3.00	4.26	2.00	4.80
3	8	401.34	334.86	176.99	68.61	90.77	271.07	187.33	144.09	258.28	244.97	268.36	416.18
4	1	49.20	30.10	69.00	24.80	38.70	64.35	44.80	62.75	44.35	59.76	93.50	96.07
4	2	44.00	31.05	60.40	23.50	28.00	65.20	49.80	47.17	53.49	50.91	60.62	87.70
4	3	27.10	20.30	59.80	14.20	26.70	29.30	53.50	38.50	54.06	54.17	66.60	81.90
4	4	-	-	-	-	-	3.80	1.50	-	-	-	14.33	3.58
5	1	1,179.68	1,216.07	2,685.67	1,437.60	2,100.24	2,790.00	2,882.40	3,106.15	2,930.80	4,265.87	3,701.20	4,593.82
5	2	-	-	-	-	-	649.60	655.00	967.55	4,306.05	2,886.19	3,036.70	5,164.80
6	1	1,740.00	1,240.00	2,065.00	1,236.00	1,108.00	1,644.50	2,130.50	1,341.00	1,928.00	1,777.50	2,186.00	2,065.00
7	1	361.00	265.00	564.00	190.00	318.00	260.75	445.00	316.50	429.00	467.00	522.00	568.25
8	1	1,589.92	550.42	451.89	421.20	84.70	447.95	318.20	99.15	-	-	-	-
9	1	4,915.44	1,930.45	1,243.65	1,613.15	565.45	2,359.50	1,187.00	440.89	-	-	-	-
10	1	4,320.17	2,080.98	3,769.29	2,096.60	1,867.67	2,096.20	2,026.30	2,417.95	1,965.05	3,880.45	2,457.55	2,845.57

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
11	1	630.08	647.42	667.03	243.39	341.08	292.50	312.60	212.40	290.90	357.40	335.50	160.60
12	1	13,370.00	6,620.00	13,100.00	7,750.00	6,450.00	12,080.00	15,460.00	11,040.00	15,330.00	14,740.00	16,330.00	14,800.00
13	1	-	-	23.21	7.49	12.13	13.53	5.78	15.93	11.88	30.91	17.05	44.00

หมายเหตุ - คือ ไม่มีการเบิกใช้วัตถุดิบ

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา (2555)

ตารางผนวกที่ ก2 ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย ปี 2555

หน่วย: บาท/กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	14.73	14.70	14.70	14.70	14.80	14.72	14.80	15.00	15.00	15.00	14.80	14.30
1	2	8.00	7.32	6.35	6.40	6.30	6.03	6.44	7.82	8.66	8.62	9.26	9.40
1	3	14.00	15.85	16.23	16.36	16.50	17.15	19.00	22.60	22.64	21.30	20.67	19.40
1	4	10.10	10.23	10.20	10.51	10.20	10.30	10.77	12.17	11.33	10.83	10.96	10.88
1	5	7.53	7.13	6.59	7.00	7.29	8.30	8.20	8.35	8.46	8.50	8.39	8.26
1	6	4.90	4.70	4.80	4.80	4.80	4.80	5.15	5.30	5.47	6.00	6.00	5.90
1	7	9.43	9.20	8.62	8.72	8.09	7.76	8.22	8.72	9.00	9.20	9.46	9.90
2	1	14.67	15.00	15.00	15.25	16.50	20.68	17.00	18.63	20.23	21.55	22.98	22.85
2	2	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	32.50	32.50	32.00	32.00	32.00
3	1	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
3	2	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
3	3	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00
3	4	135.00	134.74	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	130.00	128.65	130.00	130.00
3	5	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

หน่วย: บาท/กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555												
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
3	6	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	240.00	214.00	217.65	240.00
3	7	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00	230.00
3	8	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
4	1	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
4	2	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00	410.00
4	3	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
4	4	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
5	1	72.00	53.00	53.00	53.00	53.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	41.00
5	2	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	32.00	32.00	32.00	32.00
6	1	3.30	3.30	3.30	3.30	3.50	3.50	3.50	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
7	1	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00	157.00
8	1	50.00	50.00	50.00	57.00	57.00	53.27	59.00	53.27	55.85	55.98	55.71	55.08	
9	1	29.00	30.38	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00
10	1	37.50	38.50	40.00	41.00	38.00	37.33	42.00	36.50	35.75	34.00	35.00	34.00	

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

หน่วย: บาท/กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
11	1	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00	135.00
12	1	24.40	23.69	24.70	24.20	24.50	21.90	21.80	22.90	23.00	21.70	20.90	21.00
13	1	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00	850.00

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณ์ศึกษา (2555)

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบ ปี 2555

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	-	15,000.00	30,000.00	-	15,000.00	-	-	15,000.00	15,000.00	-	15,000.00	15,000.00
1	2	45,000.00	45,000.00	30,020.00	33,000.00	31,000.00	45,000.00	75,000.00	45,000.00	60,000.00	45,000.00	90,000.00	75,000.00
1	3	15,000.00	30,000.00	45,000.00	-	15,000.00	60,000.00	-	45,000.00	-	15,000.00	45,000.00	30,000.00
1	4	30,000.00	45,000.00	30,000.00	-	31,000.00	45,000.00	45,000.00	47,000.00	60,000.00	45,000.00	75,000.00	75,000.00
1	5	-	-	-	-	-	15,000.00	-	-	-	-	-	-
1	6	15,000.00	15,000.00	15,000.00	-	-	-	30,000.00	16,000.00	45,000.00	15,000.00	45,000.00	30,000.00
1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	15,000.00	-	-	-
2	1	50,000.00	35,000.00	40,000.00	35,000.00	15,000.00	75,000.00	60,000.00	45,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00	60,000.00
2	2	-	-	-	-	-	-	-	2,000.00	-	2,000.00	-	-
3	1	-	300.00	300.00	300.00	-	600.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	800.00
3	2	-	100.00	100.00	-	-	100.00	100.00	-	100.00	-	100.00	100.00
3	3	-	-	300.00	300.00	-	300.00	300.00	-	400.00	-	400.00	-
3	4	150.00	-	200.00	-	200.00	200.00	225.00	200.00	300.00	-	200.00	200.00
3	5	1,063.30	813.00	1,545.29	676.94	799.60	855.89	760.68	989.80	1,048.77	1,613.53	1,332.99	1,792.80

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
3	6	541.94	165.00	21.12	188.60	7.68	505.04	445.69	372.21	141.75	65.65	120.25	209.30
3	7	0.95	0.95	1.81	0.69	0.78	1.18	2.40	2.13	3.00	4.26	2.00	4.80
3	8	401.34	334.86	176.99	68.61	90.77	271.07	187.33	144.09	258.28	244.97	268.36	416.18
4	1	49.20	30.10	69.00	24.80	38.70	64.35	44.80	62.75	44.35	59.76	93.50	96.07
4	2	44.00	31.05	60.40	23.50	28.00	65.20	49.80	47.17	53.49	50.91	60.62	87.70
4	3	27.10	20.30	59.80	14.20	26.70	29.30	53.50	38.50	54.06	54.17	66.60	81.90
4	4	-	-	-	-	-	3.80	1.50	-	-	-	14.33	3.58
5	1	1,179.68	1,216.07	2,685.67	1,437.60	2,100.24	2,790.00	2,882.40	3,106.15	2,930.80	4,265.87	3,701.20	4,593.82
5	2	-	-	-	-	-	649.60	655.00	967.55	4,306.05	2,886.19	3,036.70	5,164.80
6	1	1,740.00	1,240.00	2,065.00	1,236.00	1,108.00	1,644.50	2,130.50	1,341.00	1,928.00	1,777.50	2,186.00	2,065.00
7	1	361.00	265.00	564.00	190.00	318.00	260.75	445.00	316.50	429.00	467.00	522.00	568.25
8	1	1,589.92	550.42	451.89	421.20	84.70	447.95	318.20	99.15	-	-	-	-
9	1	4,915.44	1,930.45	1,243.65	1,613.15	565.45	2,359.50	1,187.00	440.89	-	-	-	-
10	1	4,320.17	2,080.98	3,769.29	2,096.60	1,867.67	2,096.20	2,026.30	2,417.95	1,965.05	3,880.45	2,457.55	2,845.57

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
11	1	630.08	647.42	667.03	243.39	341.08	292.50	312.60	212.40	290.90	357.40	335.50	160.60
12	1	13,370.00	6,620.00	13,100.00	7,750.00	6,450.00	12,080.00	15,460.00	11,040.00	15,330.00	14,740.00	16,330.00	14,800.00
13	1	-	-	23.21	7.49	12.13	13.53	5.78	15.93	11.88	30.91	17.05	44.00

หมายเหตุ – คือ ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณ์ศึกษา (2555)

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ปี 2555

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	วัตถุดิบ เริ่มต้น	ปี 2555											
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	30,205.63	11,180.13	17,420.13	28,412.13	23,219.63	30,385.63	17,347.00	5,412.50	6,893.50	11,500.00	-	2,168.50	6,238.50
1	2	27,493.66	23,433.23	35,923.88	18,984.02	19,884.92	23,952.20	6,231.54	3,092.47	6,194.20	-	36.64	17,462.03	10,187.09
1	3	31,132.71	14,485.21	26,158.19	34,456.29	16,254.31	11,615.29	38,743.31	11,012.50	29,789.10	7,366.50	-	18,809.47	15,850.43
1	4	37,716.72	23,724.32	42,195.82	37,155.32	6,756.12	15,382.12	11,686.02	2,650.35	3,798.50	5,724.00	-	8,415.53	4,256.53
1	5	22,797.35	11,496.95	4,686.95	446.95	446.95	446.95	3,699.45	-	-	-	-	-	-
1	6	3,751.48	13,173.38	21,725.38	23,821.00	12,716.00	3,690.50	-	17,993.95	17,871.95	32,787.95	23,929.72	38,380.22	34,767.04
1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,000.00	784.19	784.19	784.19
2	1	-	9,493.50	15,504.00	204.00	13,845.50	4,844.50	33,253.80	27,441.10	25,331.60	30,086.44	31,745.44	28,988.44	24,735.44
2	2	3,000.00	2,925.00	2,925.00	2,925.00	2,200.00	2,200.00	1,275.00	900.00	2,900.00	1,275.00	2,650.00	1,850.00	-
3	1	563.50	151.50	213.50	101.50	206.00	-	188.00	250.00	284.00	252.00	272.00	196.00	410.00
3	2	61.80	-	64.30	102.35	72.65	41.75	79.95	129.25	74.35	109.55	52.55	81.15	92.65
3	3	427.50	137.50	-	16.50	200.00	38.00	154.50	278.00	77.50	326.50	148.50	342.50	121.50
3	4	170.25	177.00	78.00	73.00	-	88.00	112.00	168.00	185.00	334.00	165.00	159.00	138.00
3	5	2,898.13	1,834.83	1,021.83	476.54	799.60	-	1,144.11	1,383.43	1,393.63	1,344.86	731.33	398.34	605.54

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	วัตถุดิบ เริ่มต้น	ปี 2555											
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
3	6	1,889.03	1,347.09	1,182.09	1,160.97	972.37	964.69	459.65	13.96	141.75	-	694.35	574.10	764.80
3	7	9.95	9.00	8.05	6.24	5.55	4.77	3.59	1.19	14.06	11.06	6.80	4.80	-
3	8	613.19	211.85	176.99	-	231.39	140.62	169.55	382.22	538.13	579.85	334.88	466.52	850.34
4	1	-	0.80	20.70	26.70	1.90	13.20	23.85	79.05	66.30	121.95	87.19	43.69	47.62
4	2	8.95	14.95	33.90	23.50	-	22.00	6.80	57.00	84.83	131.34	105.43	94.81	82.11
4	3	21.40	44.30	24.00	14.20	-	23.30	44.00	40.50	27.00	72.94	68.77	52.17	45.27
4	4	-	-	-	-	-	-	21.20	19.70	19.70	19.70	19.70	5.37	1.79
5	1	1,395.75	216.07	-	2,314.33	876.73	2,716.49	3,806.49	4,804.09	3,637.94	4,587.14	2,261.27	2,440.07	2,786.25
5	2	-	-	-	-	-	-	1,350.40	2,695.40	1,727.85	3,421.80	2,535.61	3,498.91	5,334.11
6	1	2,781.00	2,541.00	1,301.00	1,236.00	-	892.00	1,247.50	1,117.00	2,776.00	3,848.00	2,070.50	2,884.50	3,819.50
7	1	206.50	345.50	80.50	16.50	326.50	8.50	247.75	302.75	486.25	557.25	90.25	68.25	-
8	1	2,140.34	550.42	-	553.11	511.91	1,187.21	739.26	421.06	321.91	321.91	321.91	321.91	321.91
9	1	7,115.53	3,115.09	1,184.64	1,215.99	1,452.84	887.39	917.89	440.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	1	2,570.44	1,290.27	2,249.29	-	943.40	595.73	3,059.53	2,553.23	1,655.28	2,730.23	1,889.78	952.23	1,146.66

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	วัตถุดิบ เริ่มต้น	ปี 2555											
			ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
11	1	3,920.90	3,290.82	3,213.40	2,546.37	2,302.98	1,961.90	1,669.40	1,356.80	1,144.40	853.50	496.10	160.60	-
12	1	11,370.00	10,000.00	3,380.00	2,280.00	6,530.00	80.00	-	8,540.00	9,500.00	6,170.00	3,430.00	11,100.00	8,300.00
13	1	81.91	81.91	81.91	58.70	51.21	139.08	125.55	119.77	103.84	91.96	61.05	44.00	-

หมายเหตุ – คือ ไม่มีวัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลานั้น

ตารางผนวกที่ ๕ ค่าใช้จ่ายโรงงาน ปี 2555

หน่วย: บาท

ค่าใช้จ่าย โรงงาน	ปี 2555												เฉลี่ย
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
ค่าไฟฟ้า	267,365.99	195,507.28	255,688.26	184,755.71	188,233.55	262,753.91	292,069.70	240,115.63	340,558.40	320,386.59	380,793.62	313,063.03	270,107.64
ค่าเช่าพื้นที่	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	313,296.00	292,752.00	317,259.00	314,580.00	-	281,196.00	281,196.00	294,036.00	295,320.00	295,320.00	267,072.00	269,640.00	268,472.25
ค่าโทรศัพท์	3,009.31	3,560.43	2,696.94	2,440.16	2,530.02	1,510.85	2,305.32	2,010.00	2,951.06	2,951.06	2,951.06	2,951.06	2,655.61
เครื่องเขียน	6,839.49	4,788.05	545.70	-	-	3,648.04	-	4,219.48	-	608.00	2,628.60	582.01	1,988.28
ค่าซ่อมบำรุง	3,060.00	651.20	-	-	-	3,122.97	4,498.13	29,205.20	7,670.00	690.15	16,298.10	599.20	5,482.91
ค่ารักษาความปลอดภัย	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	37,985.00	21,000.00	21,000.00	35,154.17
ค่าน้ำประปา	25.00	175.00	349.00	457.00	97.00	353.00	2,893.00	2,361.00	-	-	-	-	559.17

หมายเหตุ – คือ ไม่มีค่าใช้จ่ายในช่วงเวลานั้น

ที่มา: โรงงานอาหารสัตว์กรณีศึกษา (2555)



ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ($Q_{i,j,t}$)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง ชนิด		ปี 2555											
จำนวน	ที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	19,026	8,760	19,008	13,026	-	13,039	35,847	-	-	11,500	12,832	10,930
1	2	49,061	32,509	46,960	32,099	26,933	448,765	-	-	-	-	-	-
1	3	315,283	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	4	70,521	-	65,440	-	346,341	-	-	-	-	-	-	79,159
1	5	11,301	6,810	19,687	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	6	5,579	19,352	-	11,105	9,025	149,924	-	-	-	-	-	-
1	7	-	-	-	-	-	14,216	-	-	-	-	-	-
2	1	570,265	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	75	-	-	725	-	925	5,275	-	-	-	-	-
3	1	614	414	217	195	392	340	348	399	441	136	958	-
3	2	217	-	-	-	60	51	57	28	257	-	-	-
3	3	694	-	123	155	180	171	201	149	177	132	324	-
3	4	144	99	377	-	167	166	174	185	-	596	-	-

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
3	5	1,064	813	1,545	677	800	856	761	990	1,049	1,614	1,333	1,792
3	6	542	165	22	189	7	505	446	372	142	395	-	-
3	7	1	1	3	-	1	1	2	2	3	5	2	5
3	8	402	335	177	69	90	271	187	145	258	245	268	416
4	1	80	-	132	-	-	151	53	42	-	135	85	-
4	2	76	-	111	-	-	139	64	37	-	108	67	-
4	3	48	-	101	-	-	175	-	-	-	136	67	-
4	4	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	0
5	1	1,180	1,216	2,686	1,438	21,776	-	-	-	-	-	-	4,594
5	2	-	-	-	-	-	1,305	-	16,361	-	-	-	-
6	1	1,740	1,240	2,065	3,989	-	-	2,130	1,341	1,928	1,778	2,186	2,065
7	1	626	-	564	769	-	-	762	-	885	39	1,063	-
8	1	2,141	-	1,823	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	1	6,846	-	1,244	2,179	-	2,359	1,628	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
10	1	14,135	-	-	-	-	4,123	-	2,418	1,965	6,338	-	2,846
11	1	631	647	1,251	-	-	688	421	-	-	357	496	-
12	1	13,370	33,920	-	-	-	12,080	41,830	-	-	14,740	31,130	-
13	1	-	182	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ – คือ ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ

ตารางผนวกที่ ข2 ปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ($I_{i,j,t}$)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	0.50	0.50	0.50	7834.00	-	0.37	23912.87	10393.87	0.37	0.37	0.87	0.87
1	2	0.57	0.22	0.36	0.26	0.54	386044.88	307905.81	266007.54	199813.34	154849.98	82275.37	0.43
1	3	283635.50	265308.48	228606.58	210404.60	190765.58	157893.60	130162.79	103939.39	81516.79	59150.29	32959.76	0.72
1	4	26528.60	0.10	30399.60	0.40	323967.40	275271.30	221235.63	175383.78	117309.28	66585.28	0.81	0.81
1	5	0.60	0.60	15447.60	15447.60	15447.60	3700.10	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
1	6	0.90	12904.90	0.52	0.52	0.02	146233.52	134227.47	118105.47	88021.47	64163.24	33613.74	0.56
1	7	-	-	-	-	-	14216.00	14216.00	14216.00	14216.00	0.19	0.19	0.19
2	1	529,758.50	500,769.00	445,469.00	424,110.50	400,109.50	353,518.80	287,706.10	240,596.60	185,351.44	127,010.44	64,253.44	0.44
2	2	-	-	-	-	-	-	4,900.00	4,900.00	3,275.00	2,650.00	1,850.00	-
3	1	-	-	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
3	2	0.20	0.50	0.55	0.85	0.95	1.15	1.45	1.55	1.75	1.75	2.35	1.85
3	3	0.00	0.50	-	0.50	0.50	-	0.50	-	-	-	-	-
3	4	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	427.75	221.75	0.75

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง ชนิด		ปี 2555											
จำนวน	ที่	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
3	5	0.70	0.70	0.41	0.47	0.87	0.98	1.30	1.50	1.73	2.20	2.21	1.41
3	6	0.06	0.06	0.94	1.34	0.66	0.62	0.93	0.72	0.97	330.32	210.07	0.77
3	7	0.05	0.10	1.29	0.60	0.82	0.64	0.24	0.11	0.11	0.85	0.85	1.05
3	8	0.66	0.80	0.81	1.20	0.43	0.36	0.03	0.94	0.66	0.69	0.33	0.15
4	1	30.80	0.70	63.70	38.90	0.20	86.85	95.05	74.30	29.95	105.19	96.69	0.62
4	2	32.00	0.95	51.55	28.05	0.05	73.85	88.05	77.88	24.39	81.48	87.86	0.16
4	3	20.90	0.60	41.80	27.60	0.90	146.60	93.10	54.60	0.54	82.37	82.77	0.87
4	4	-	-	-	-	-	11.20	9.70	9.70	9.70	9.70	4.37	0.79
5	1	0.32	0.25	0.58	0.98	19676.74	16886.74	14004.34	10898.19	7967.39	3701.52	0.32	0.50
5	2	-	-	-	-	-	655.40	0.40	15393.85	11087.80	8201.61	5164.91	0.11
6	1	-	-	-	2,753.00	1,645.00	0.50	-	-	-	0.50	0.50	0.50
7	1	265.00	-	-	579.00	261.00	0.25	317.25	0.75	456.75	28.75	569.75	1.50
8	1	551.08	0.66	1,371.77	950.57	865.87	417.92	99.72	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
9	1	1,930.56	0.11	0.46	566.31	0.86	0.36	441.36	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

หน่วย: กิโลกรัม

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	ปี 2555											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
10	1	9,814.83	7,733.85	3,964.56	1,867.96	0.29	2,027.09	0.79	0.84	0.79	2,458.34	0.79	1.22
11	1	0.92	0.50	584.47	341.08	-	395.50	503.90	291.50	0.60	0.20	160.70	0.10
12	1	-	27300.00	14200.00	6450.00	-	-	26370.00	15330.00	-	-	14800.00	0.00
13	1	-	-	158.79	151.30	139.17	125.64	119.86	103.93	92.05	61.14	44.09	0.09

หมายเหตุ – คือ ไม่มีวัตถุดิบคงคลังในช่วงเวลานั้น

ตารางผนวกที่ 3 การสั่งซื้อวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้จากการใช้แบบจำลอง ($Y_{i,j,t}$)

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	6	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
3	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
4	2	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
4	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0
4	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
5	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
5	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1

ตารางผนวกที่ ๖3 (ต่อ)

แหล่ง จำหน่าย	ชนิด ที่	การสั่งซื้อวัตถุดิบ											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
7	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
8	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1
11	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
12	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
13	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ 1 แทน มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ 0 แทน ไม่มีการสั่งซื้อวัตถุดิบ



ตารางผนวกที่ ๑๑ ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการตั้งซื้อต่อเดือนจากการใช้แบบจำลอง

ตัวแปร	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง										
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
FOC	0	237,600.00	475,200.00	712,800.00	950,400.00	1,188,000.00	1,425,600.00	1,663,200.00	1,900,800.00	2,138,400.00	2,376,000.00
JOC	6,656.24	6,656.24	6,656.24	6,656.24	6,965.84	6,578.84	6,578.84	6,424.05	6,965.84	6,424.05	6,965.84
VOC	40,214,380.88	40,214,556.88	40,214,556.88	40,214,556.88	40,213,957.88	40,214,414.88	40,214,414.88	40,214,257.88	40,213,957.88	40,214,257.88	40,213,957.88
FHC	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14
VHC	885,695.80	885,513.29	885,513.39	885,513.29	885,512.99	885,562.57	885,562.57	885,609.78	885,512.99	885,609.78	885,512.99
TC	42,204,921.06	42,442,514.55	42,680,114.65	42,917,714.55	43,155,024.85	43,392,744.43	43,630,344.43	43,867,679.85	44,105,424.85	44,342,879.85	44,580,624.85
TotalZ	86	86	86	86	90	85	85	83	90	83	90
%	-2.7374%	-2.1898%	-1.6423%	-1.0947%	-0.5478%	0.0000%	0.5476%	1.0945%	1.6424%	2.1896%	2.7375%

หมายเหตุ FOC	ต้นทุนคงที่ในการตั้งซื้อ	JOC	ต้นทุนคงที่ในการตั้งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน
VOC	ต้นทุนแปรผันในการตั้งซื้อ	FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	TC	ต้นทุนรวม
%	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม	TotalZ	จำนวนครั้งในการตั้งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน

ตารางผนวกที่ ๑๒ ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการตั้งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้งจากการใช้แบบจำลอง

ตัวแปร	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง										
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
FOC	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00
JOC	0	1,733.76	3,312.72	4,736.88	5,572.80	6,578.84	8,173.44	9,427.32	10,154.88	11,284.92	11,919.60
VOC	40,216,125.88	40,215,315.88	40,214,617.88	40,214,487.88	40,214,941.06	40,214,414.88	40,214,171.88	40,214,256.88	40,213,693.88	40,213,933.88	40,214,141.18
FHC	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14
VHC	884,608.16	884,625.64	884,686.18	884,741.28	885,132.08	885,562.57	885,591.41	885,551.80	886,057.26	886,277.69	886,373.68
TC	43,386,922.18	43,387,863.42	43,388,804.92	43,390,154.18	43,391,834.08	43,392,744.43	43,394,124.87	43,395,424.15	43,396,094.16	43,397,684.63	43,398,622.60
TotalZ	156	112	107	102	90	85	88	87	82	81	77
%	-0.0134%	-0.0112%	-0.0091%	-0.0060%	-0.0021%	0.0000%	0.0032%	0.0062%	0.0077%	0.0114%	0.0135%

หมายเหตุ FOC	ต้นทุนคงที่ในการตั้งซื้อ	JOC	ต้นทุนคงที่ในการตั้งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน
VOC	ต้นทุนแปรผันในการตั้งซื้อ	FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	TC	ต้นทุนรวม
%	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม	TotalZ	จำนวนครั้งในการตั้งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน

ตารางผนวกที่ 3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือนจากการใช้แบบจำลอง

ตัวแปร	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง										
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
FOC	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00
JOC	6,811.04	6,656.24	6,424.05	7,043.23	6,656.24	6,578.84	6,578.84	6,424.05	6,965.84	6,424.05	6,424.05
VOC	40,214,367.78	40,214,380.88	40,214,257.88	40,214,250.78	40,214,556.88	40,214,414.88	40,214,414.88	40,214,257.88	40,213,957.88	40,214,257.88	40,214,257.88
FHC	0	219,637.63	439,275.26	658,912.88	878,550.51	1,098,188.14	1,317,825.77	1,537,463.40	1,757,101.03	1,976,738.65	2,196,376.28
VHC	885,483.17	885,695.80	885,609.78	885,753.97	885,513.39	885,562.57	885,562.57	885,609.78	885,512.99	885,609.78	885,609.78
TC	42,294,661.99	42,514,370.55	42,733,566.96	42,953,960.86	43,173,277.02	43,392,744.43	43,612,382.06	43,831,755.10	44,051,537.73	44,271,030.36	44,490,667.99
TotalZ	88	86	83	91	86	85	85	83	90	83	83
%	-2.5306%	-2.0242%	-1.5191%	-1.0112%	-0.5058%	0.0000%	0.5062%	1.0117%	1.5182%	2.0240%	2.5302%

หมายเหตุ FOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ	JOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน
VOC	ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	TC	ต้นทุนรวม
%	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม	TotalZ	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน

ตารางผนวกที่ 4 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยจากการใช้แบบจำลอง

ตัวแปร	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง										
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
FOC	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00
JOC	2,476.74	5,108.28	5,417.87	6,501.45	6,424.05	6,578.84	6,888.44	7,430.22	7,894.61	8,281.60	8,436.40
VOC	40,082,260.93	40,085,526.25	40,144,841.53	40,153,937.88	40,158,134.90	40,214,414.88	40,252,363.18	40,327,983.14	40,328,528.04	40,492,793.66	40,530,177.96
FHC	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14
VHC	0	240,970.21	387,615.02	569,748.07	755,156.85	885,562.57	1,017,296.72	1,107,398.92	1,265,107.50	1,244,996.48	1,343,471.37
TC	42,370,925.81	42,617,792.88	42,824,062.57	43,016,375.53	43,205,903.94	43,392,744.43	43,562,736.48	43,729,000.43	43,887,718.29	44,032,259.88	44,168,273.87
TotalZ	32	66	70	84	83	85	89	96	102	107	109
%	-2.3548%	-1.7859%	-1.3105%	-0.8674%	-0.4306%	0.0000%	0.3918%	0.7749%	1.1407%	1.4738%	1.7872%

หมายเหตุ FOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ	JOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน
VOC	ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	TC	ต้นทุนรวม
%	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม	TotalZ	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน

ตารางผนวกที่ ๕ ผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่คลังวัตถุดิบจากการใช้แบบจำลอง

ตัวแปร	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง										
	-100%	-80%	-60%	-40%	-20%	0%	20%	40%	60%	80%	100%
FOC	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00	1,188,000.00
JOC	12,074.11	8,668.59	6,811.04	6,733.64	6,578.84	6,578.84	6,191.85	6,733.64	6,656.24	6,424.05	7,662.42
VOC	7.00009E+14	41,591,880.16	40,304,010.35	40,214,770.78	40,215,026.88	40,214,414.88	40,215,051.75	40,214,353.78	40,214,237.88	40,214,371.81	40,215,099.45
FHC	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14	1,098,188.14
VHC	-275,435.88	511,934.73	823,289.52	885,450.08	885,409.69	885,562.57	885,728.58	885,505.98	885,565.53	885,752.78	884,202.65
TC	7.00009E+14	44,398,671.62	43,420,299.05	43,393,142.64	43,393,203.55	43,392,744.43	43,393,160.33	43,392,781.54	43,392,647.80	43,392,736.78	43,393,152.66
TotalZ	156	112	88	87	85	85	80	87	86	83	99
%	หาค่าไม่ได้	2.3182%	0.0635%	0.0009%	0.0011%	0.0000%	0.0010%	0.0001%	-0.0002%	0.0000%	0.0009%

หมายเหตุ FOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อ	JOC	ต้นทุนคงที่ในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน
VOC	ต้นทุนแปรผันในการสั่งซื้อ	FHC	ต้นทุนคงที่ในการเก็บรักษา
VHC	ต้นทุนแปรผันในการเก็บรักษา	TC	ต้นทุนรวม
%	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนรวม	TotalZ	จำนวนครั้งในการสั่งซื้อวัตถุดิบจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน



ภาคผนวก
ตัวแบบจำลอง

โปรแกรมแบบจำลอง

```

//Set index
    {int} Source = ...;
    {int} Product = ...;
    {int} Period = ...;
    {int} Set2_12 = ...;
    {int} Set1_12 = ...;

//Parameters

//Input
float D[Source][Product][Period] = ...;
float V = 3600000;
float FOM = ...;
float JOT = ...;
float P[Source][Product][Period] = ...;
float FHM = ...;
float VHU = ...;
float T = 12;
float M = 10000000;

//Decision variables
    dvar int+ Q[Source][Product][Period];
    dvar float+ I[Source][Product][Period];
    dvar boolean Y[Source][Product][Period];
    dvar boolean Z[Source][Period];

```

```

//Output
dvar float TotalFOC;
dvar float TotalJOC;
dvar float TotalVOC;
dvar float TotalFHC;
dvar float TotalVHC;
dvar float TotalZ;
dvar float TotalD;
dvar float TotalQ;
dvar float TotalI;
dvar float TotalQT[Source][Product];
dvar float TC;

minimize TC;

//Constraints
subject to{
    TotalFOC == T*FOM;
    TotalJOC == sum(i in Source, t in Period)Z[i][t]*JOT;
    TotalVOC == sum(i in Source, j in Product, t in Period)P[i][j][t]*Q[i][j][t];
    TotalFHC == T*FHM;
    TotalVHC == sum(i in Source, j in Product, t in Period)VHU*I[i][j][t];
    TotalZ == sum(i in Source, t in Period)Z[i][t];
    TotalD == sum(i in Source, j in Product, t in Period)D[i][j][t];
    TotalQ == sum(i in Source, j in Product, t in Period)Q[i][j][t];
    TotalQT[i][j] == sum(t in Period)Q[i][j][t];

TC == T*FOM + sum(i in Source, t in Period)Z[i][t]*JOT
    + sum(i in Source, j in Product, t in Period)P[i][j][t]*Q[i][j][t]
    + T*FHM + sum(i in Source, j in Product, t in Period)VHU*I[i][j][t];
forall(i in Source, j in Product)

```

//1 Inventory

//At period t = 1

//Source 1-12

forall(i in Set1_12, j in Product)

$Q[i][j][1] - I[i][j][1] == D[i][j][1];$

//Source 13: Ending inventory of source 13 is not affected by $Q[t=1]$ because leadtime ≥ 1 month

//EI for Leadtime is equal or greater than 1 (Product 12 but i = 13)

forall(j in Product)

$0 - I[13][j][1] == D[13][j][1];$

forall(i in Set1_12, j in Product, t in Set2_12)

$I[i][j][t-1] + Q[i][j][t] - I[i][j][t] == D[i][j][t];$

//EI for Leadtime is equal or greater than 1 (Product 12 but i = 13)

forall(j in Product, t in Set2_12)

$I[13][j][t-1] + Q[13][j][t-1] - I[13][j][t] == D[13][j][t];$

//2 Multi-commodities from the same supplier

forall(i in Source, t in Period)

$\text{sum}(j \text{ in Product})Y[i][j][t] \leq Z[i][t]*M;$

//3 Purchasing will be allowed since ordering is accepted

forall(i in Source, j in Product, t in Period)

$Q[i][j][t] \leq Y[i][j][t]*M;$

forall(i in Source, j in Product, t in Period)

$Y[i][j][t] \leq Q[i][j][t];$

//4 Warehouse capacity

forall(t in Period)

sum(i in Source, j in Product)I[i][j][t] + sum(i in Source, j in Product)D[i][j][t] <= V;

}



โปรแกรมข้อมูลที่ใช้ร่วมกับโปรแกรมแบบจำลอง

//Input

SheetConnection sheet("Data.xlsx");

FOM from SheetRead(sheet,"FOM!D8");

JOT from SheetRead(sheet,"JOT!D8");

FHM from SheetRead(sheet,"FHM!D11");

VHU from SheetRead(sheet,"VHU!D9");

//Result

TotalFOC to SheetWrite(sheet,"Result!B2");

TotalJOC to SheetWrite(sheet,"Result!B3");

TotalVOC to SheetWrite(sheet,"Result!B4");

TotalFHC to SheetWrite(sheet,"Result!B5");

TotalVHC to SheetWrite(sheet,"Result!B6");

TC to SheetWrite(sheet,"Result!B7");

TotalZ to SheetWrite(sheet,"Result!B8");

TotalD to SheetWrite(sheet,"Result!B9");

TotalQ to SheetWrite(sheet,"Result!B10");

TotalI to SheetWrite(sheet,"Result!B11");

Source = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13};

Product = {1,2,3,4,5,6,7,8};

Period = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};

Set2_12 = {2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};

Set1_12 = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12};

D = [

- [[19025.50, 8760.00, 19008.00, 5192.50, 7834.00, 13038.63, 11934.50, 13519.00, 10393.50, 11500.00, 12831.50, 10930.00]
 [49060.43, 32509.35, 46959.86, 32099.10, 26932.72, 62720.66, 78139.07, 41898.27, 66194.20, 44963.36, 72574.61, 82274.94]
 [31647.50, 18327.02, 36701.90, 18201.98, 19639.02, 32871.98, 27730.81, 26223.40, 22422.60, 22366.50, 26190.53, 32959.04]
 [43992.40, 26528.50, 35040.50, 30399.20, 22374.00, 48696.10, 54035.67, 45851.85, 58074.50, 50724.00, 66584.47, 79159.00]
 [11300.40, 6810.00, 4240.00, 0.00, 0.00, 11747.50, 3699.45, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [5578.10, 6448.00, 12904.38, 11105.00, 9025.50, 3690.50, 12006.05, 16122.00, 30084.00, 23858.23, 30549.50, 33613.18]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 14215.81, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]
- [[40506.50, 28989.50, 55300.00, 21358.50, 24001.00, 46590.70, 65812.70, 47109.50, 55245.16, 58341.00, 62757.00, 64253.00]
 [75.00, 0.00, 0.00, 725.00, 0.00, 925.00, 375.00, 0.00, 1625.00, 625.00, 800.00, 1850.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]
- [[412.00, 238.00, 412.00, 195.50, 206.00, 412.00, 338.00, 366.00, 432.00, 380.00, 476.00, 586.00]
 [61.80, 35.70, 61.95, 29.70, 30.90, 61.80, 50.70, 54.90, 64.80, 57.00, 71.40, 88.50]
 [290.00, 137.50, 283.50, 116.50, 162.00, 183.50, 176.50, 200.50, 151.00, 178.00, 206.00, 221.00]

[143.25, 99.00, 205.00, 73.00, 112.00, 176.00, 169.00, 183.00, 151.00, 169.00, 206.00, 221.00]

[1063.30, 813.00, 1545.29, 676.94, 799.60, 855.89, 760.68, 989.80, 1048.77, 1613.53, 1332.99, 1792.80]

[541.94, 165.00, 21.12, 188.60, 7.68, 505.04, 445.69, 372.21, 141.75, 65.65, 120.25, 209.30]

[0.95, 0.95, 1.81, 0.69, 0.78, 1.18, 2.40, 2.13, 3.00, 4.26, 2.00, 4.80]

[401.34, 334.86, 176.99, 68.61, 90.77, 271.07, 187.33, 144.09, 258.28, 244.97, 268.36, 416.18]]

[[49.20, 30.10, 69.00, 24.80, 38.70, 64.35, 44.80, 62.75, 44.35, 59.76, 93.50, 96.07]

[44.00, 31.05, 60.40, 23.50, 28.00, 65.20, 49.80, 47.17, 53.49, 50.91, 60.62, 87.70]

[27.10, 20.30, 59.80, 14.20, 26.70, 29.30, 53.50, 38.50, 54.06, 54.17, 66.60, 81.90]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 3.80, 1.50, 0.00, 0.00, 0.00, 14.33, 3.58]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]

[[1179.68, 1216.07, 2685.67, 1437.60, 2100.24, 2790.00, 2882.40, 3106.15, 2930.80, 4265.87, 3701.20, 4593.82]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 649.60, 655.00, 967.55, 4306.05, 2886.19, 3036.70, 5164.80]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]

[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]

- [[1740.00, 1240.00, 2065.00, 1236.00, 1108.00, 1644.50, 2130.50, 1341.00, 1928.00, 1777.50, 2186.00, 2065.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]
- [[361, 265.00, 564.00, 190.00, 318.00, 260.75, 445.00, 316.50, 429.00, 467.00, 522.00, 568.25]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]
- [[1589.92, 550.42, 451.89, 421.20, 84.70, 447.95, 318.20, 99.15, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
 [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]

[[13370.00, 6620.00, 13100.00, 7750.00, 6450.00, 12080.00, 15460.00, 11040.00,
15330.00, 14740.00, 16330.00, 14800.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]

[[0.00, 0.00, 23.21, 7.49, 12.13, 13.53, 5.78, 15.93, 11.88, 30.91, 17.05, 44.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]
[0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00]]
];

P = [

[[14.73, 14.70, 14.70, 14.70, 14.80, 14.72, 14.80, 15.00, 15.00, 15.00, 14.80, 14.30]
[8.00, 7.32, 6.35, 6.40, 6.30, 6.03, 6.44, 7.82, 8.66, 8.62, 9.26, 9.40]
[14.00, 15.85, 16.23, 16.36, 16.50, 17.15, 19.00, 22.60, 22.64, 21.30, 20.67, 19.40]
[10.10, 10.23, 10.20, 10.51, 10.20, 10.30, 10.77, 12.17, 11.33, 10.83, 10.96, 10.88]
[7.53, 7.13, 6.59, 7.00, 7.29, 8.30, 8.20, 8.35, 8.46, 8.50, 8.39, 8.26]
[4.90, 4.70, 4.80, 4.80, 4.80, 4.80, 5.15, 5.30, 5.47, 6.00, 6.00, 5.90]
[9.43, 9.20, 8.62, 8.72, 8.09, 7.76, 8.22, 8.72, 9.00, 9.20, 9.46, 9.90]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000]]

[[14.67, 15, 15, 15.25, 16.50, 20.68, 17.00, 18.63, 20.23, 21.55, 22.98, 22.85]
 [30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 32.50, 32.50, 32.00, 32.00, 32.00]
 [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
 [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
 [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
 [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
 [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]]

[[50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00, 50.00]
 [60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00, 60.00]
 [37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00, 37.00]
 [135.00, 134.74, 130.00, 130.00, 130.00, 130.00, 130.00, 130.00, 130.00, 130.00, 128.65, 130.00,
 130.00]
 [240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00,
 240.00]
 [240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 240.00, 214.00, 217.65,
 240.00]
 [230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00, 230.00,
 230.00]
 [45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00, 45.00]]

[280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00, 280.00]

[410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00, 410.00]

[300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00, 300.00]

[450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00, 450.00]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]]

[[72, 53, 53, 53, 53.00, 55.00, 55.00, 55.00, 55.00, 55.00, 55.00, 55.00, 41.00]

[28.50, 28.50, 28.50, 28.50, 28.50, 28.50, 28.50, 28.50, 28.5, 32.00, 32.00, 32.00, 32.00]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[3.30, 3.30, 3.30, 3.30, 3.50, 3.50, 3.50, 3.40, 3.40, 3.40, 3.40, 3.40]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00, 157.00,
157.00]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[50.00, 50.00, 50.00, 57.00, 57.00, 53.27, 59, 53.27, 55.85, 55.98, 55.71, 55.08]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[29.00, 30.38, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00, 29.00]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]
[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[37.50, 38.50, 40.00, 41.00, 38.00, 37.33, 42.00, 36.50, 35.75, 34.00, 35.00, 34.00]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00, 135.00,
135.00]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[24.40, 23.69, 24.70, 24.20, 24.50, 21.90, 21.80, 22.90, 23.00, 21.70, 20.90, 21.00]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]

[1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000,
1000000, 1000000, 1000000, 1000000, 1000000]]

[[850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00, 850.00,
850.00]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]
[10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000]]

];



ข้อแนะนำในการใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX

การใช้โปรแกรม IBM ILOG CPLEX กับตัวแบบจำลอง มีข้อแนะนำดังนี้

1. ส่วนของการป้อนข้อมูลนำเข้า (Input Data) ในที่นี้คือ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ พารามิเตอร์ที่ใส่ในส่วน of โปรแกรม IBM ILOG CPLEX กับพารามิเตอร์ที่ใส่ในส่วน of โปรแกรมเอ็กเซล

พารามิเตอร์ที่ใส่ในส่วน of โปรแกรม IBM ILOG CPLEX ประกอบด้วย ค่าอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D), ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P)

พารามิเตอร์ที่ใส่ในส่วน of โปรแกรมเอ็กเซล ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM), ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT), ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (FHM), และค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อเดือน (VHU) ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละกรณีศึกษา เราจึงออกแบบให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับกรณีศึกษาอื่นๆ ได้

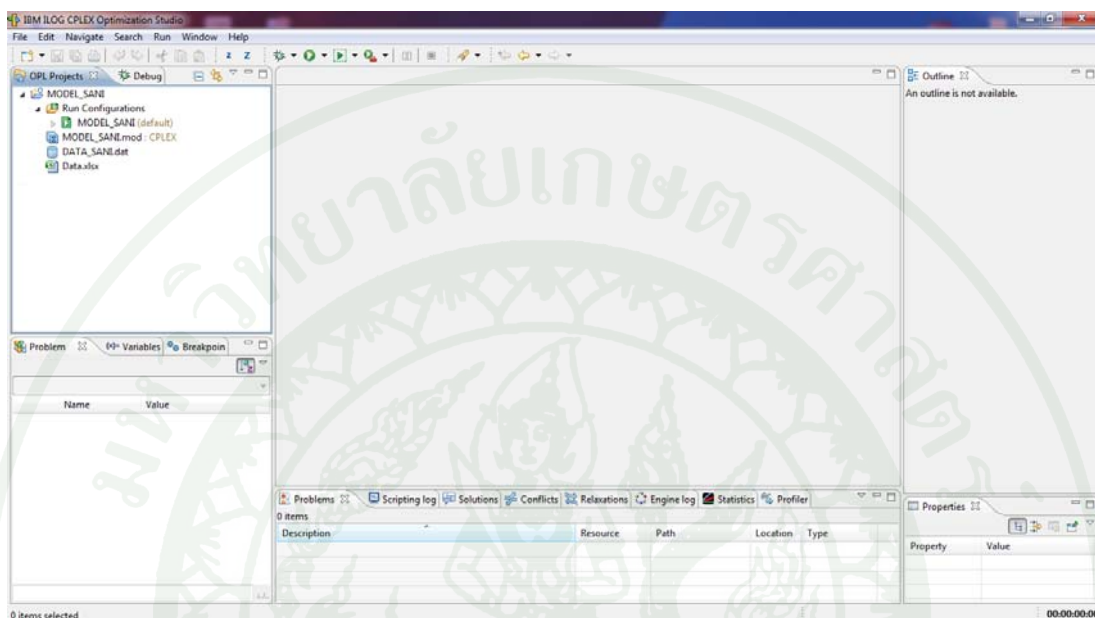
1.1 วิธีการใส่พารามิเตอร์ในส่วน of โปรแกรม IBM ILOG CPLEX ซึ่งประกอบด้วย ค่าอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D), ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 เปิดโปรแกรม CPLEX_Studio124\CPLEX_Studio124\opl\oplide\oplide.exe



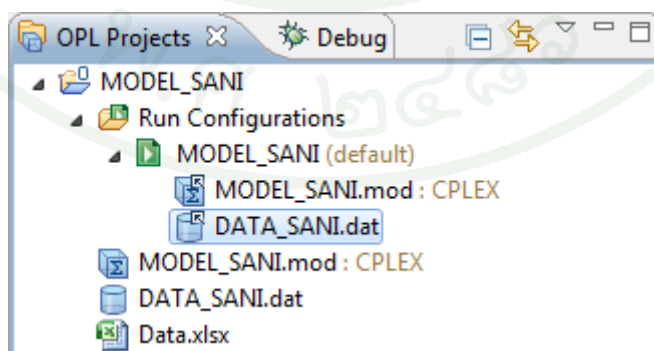
ภาพผนวกที่ จ1 สัญลักษณ์นำเข้าสู่โปรแกรม

1.1.2 เมื่อทำการเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างของตัวโปรแกรม IBM ILOG CPLEX ดังแสดงในภาพผนวกที่ จ2



ภาพผนวกที่ จ2 หน้าตาโปรแกรม IBM ILOG CPLEX

1.1.3 สังเกตดูด้านซ้ายบนของตัวโปรแกรมในส่วนของ OPL Projects เนื่องจากเราจะทำการเปลี่ยนข้อมูลในส่วนของ DATA_SANI.dat โดยการดับเบิลคลิก ดังแสดงในภาพผนวกที่ จ3



ภาพผนวกที่ จ3 หน้าต่างส่วนของ DATA (.data) ของโปรแกรม IBM ILOG CPLEX

1.1.4 ทำการเปลี่ยนค่าอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D) โดยเปลี่ยนตัวเลข สังกัดจากแหล่ง
จำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t ดังแสดงในภาพผนวกที่ จ4

```
*DATA_SANI.dat
31 D = [
32 /* i=1 */ [ //t=1      t=2      t=3      t=4      t=5      t=6
33
34 /* j=1 */ [19025.50, 8760.00, 19008.00, 5192.50, 7834.00, 13038.63,
35 /* j=2 */ [49060.43, 32509.35, 46959.86, 32099.10, 26932.72, 62720.66,
36 /* j=3 */ [31647.50, 18327.02, 36701.90, 18201.98, 19639.02, 32871.98,
37 /* j=4 */ [43992.40, 26528.50, 35040.50, 30399.20, 22374.00, 48696.10,
38 /* j=5 */ [11300.40, 6810.00, 4240.00, 0.00, 0.00, 11747.50,
39 /* j=6 */ [5578.10, 6448.00, 12904.38, 11105.00, 9025.50, 3690.50,
40 /* j=7 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
41 /* j=8 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
42
43 /* i=2 */ [ //t=1      t=2      t=3      t=4      t=5      t=6
44 /* j=1 */ [40506.50, 28989.50, 55300.00, 21358.50, 24001.00, 46590.70,
45 /* j=2 */ [75.00, 0.00, 0.00, 725.00, 0.00, 925.00,
46 /* j=3 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
47 /* j=4 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
48 /* j=5 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
49 /* j=6 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
50 /* j=7 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
51 /* j=8 */ [0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 0.00,
```

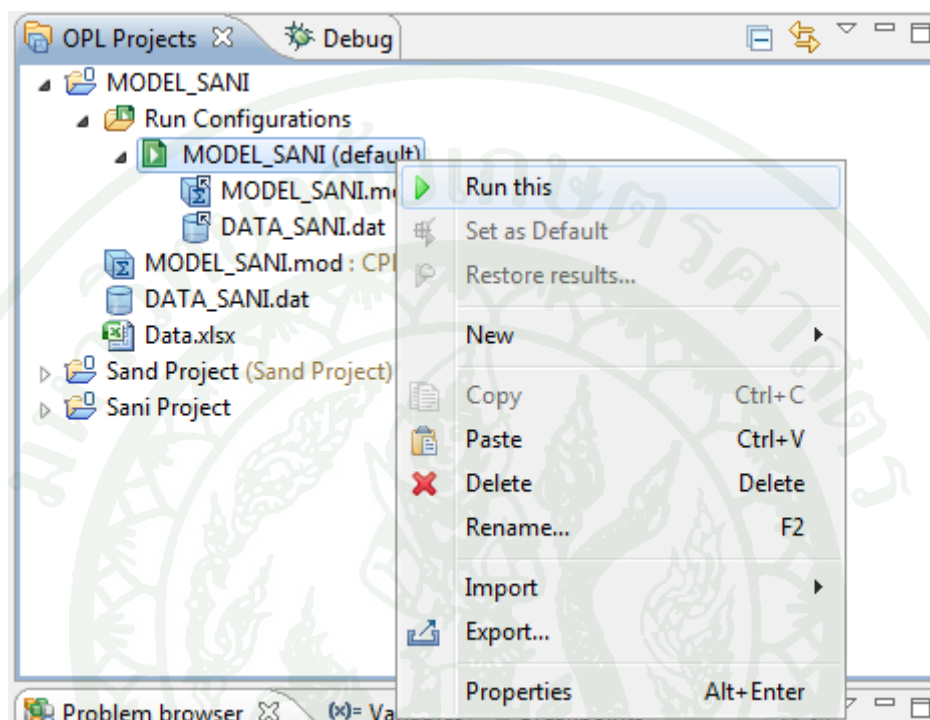
ภาพผนวกที่ จ4 ส่วนของ DATA ที่แสดงข้อมูลอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D)

1.1.5 ทำการเปลี่ยนค่าราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P) โดยเปลี่ยนตัวเลข สังกัดจากแหล่ง
จำหน่ายที่ i ชนิดที่ j ในช่วงเวลา t ดังแสดงในภาพผนวกที่ จ5

```
*DATA_SANI.dat
154 P = [
155 /* i=1 */ [ //t=1      t=2      t=3      t=4      t=5      t=6
156 /* j=1 */ [14.73, 14.70, 14.70, 14.70, 14.80, 14.72,
157 /* j=2 */ [8.00, 7.32, 6.35, 6.40, 6.30, 6.03,
158 /* j=3 */ [14.00, 15.85, 16.23, 16.36, 16.50, 17.15,
159 /* j=4 */ [10.10, 10.23, 10.20, 10.51, 10.20, 10.30,
160 /* j=5 */ [7.53, 7.13, 6.59, 7.00, 7.29, 8.30,
161 /* j=6 */ [4.90, 4.70, 4.80, 4.80, 4.80, 4.80,
162 /* j=7 */ [9.43, 9.20, 8.62, 8.72, 8.09, 7.76,
163 /* j=8 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
164
165 /* i=2 */ [ //t=1      t=2      t=3      t=4      t=5      t=6
166 /* j=1 */ [14.67, 15.00, 15.00, 15.25, 16.50, 20.68,
167 /* j=2 */ [30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 30.00, 30.00,
168 /* j=3 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
169 /* j=4 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
170 /* j=5 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
171 /* j=6 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
172 /* j=7 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
173 /* j=8 */ [10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000, 10000000,
```

ภาพผนวกที่ จ5 ส่วนของ DATA ที่แสดงข้อมูลราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P)

1.1.6 หลังจากทำการเปลี่ยนค่าอุปสงค์ของวัตถุดิบ (D) และราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (P) ให้ตรงกับกรณีศึกษาแล้ว ทำการรันโปรแกรมโดยเลือก Run this ดังแสดงในภาพผนวกที่ ๖



ภาพผนวกที่ ๖ หน้าต่างแสดงวิธีการรันโปรแกรม IBM ILOG CPLEX

1.2 วิธีการใส่พารามิเตอร์ในส่วนของโปรแกรมเอ็กซ์เซล ซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM), ค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อจากแหล่งจำหน่ายเดียวกันต่อครั้ง (JOT), ค่าใช้จ่ายคงที่ในการเก็บรักษาต่อเดือน (FHM), และค่าใช้จ่ายแปรผันในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อเดือน (VHU)

1.2.1 เปิดโปรแกรมเอ็กซ์เซล MODEL_SANIData.xlsx

1.2.2 เราสามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากโปรแกรมเอ็กซ์เซล ค่าที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงจะไปแสดงในส่วนของโปรแกรม โดยเราจะทำการผูกไฟล์เอ็กซ์เซลกับโปรแกรมโดยทำการตั้งชื่อไฟล์เอ็กซ์เซลให้ตรงกับการประกาศข้อมูลในโปรแกรม (.data)

กำหนดรายละเอียดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในส่วนของโปรแกรมเอ็กเซล ในไฟล์เอ็กเซลชื่อ Data ดังแสดงในภาพผนวกที่ ๗

	A	B	C	D	E	F
1	ตารางค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือนในปี 2555 (FOM)					
2		จำนวนเงิน	การจัดสรรค่าใช้จ่าย	จำนวนเงิน		
3	ประเภทค่าใช้จ่าย	(บาท/เดือน)	(ร้อยละ)	(บาท/เดือน)		
4	เงินเดือนหัวหน้าแผนกจัดซื้อ	42,000.00	20%	8,400.00	=B4*C4	
5	เงินเดือนพนักงานอาวุโส	25,000.00	30%	7,500.00	=B5*C5	
6	เงินเดือนพนักงานจัดซื้อ	12,000.00	60%	7,200.00	=B6*C6	
7	ค่าเช่าพื้นที่	500,000.00	4%	20,000.00	=B7*C7	
8	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM)			43,100.00	=SUM(D4:D7)	
9				↓		
10					FOM from SheetRead(sheet, "FOM!D8");	

ภาพผนวกที่ ๗ ตัวอย่างการใส่ข้อมูลและการนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับโปรแกรม IBM ILOG CPLEX

ภาพผนวกที่ ๗ แสดงตัวอย่างแผ่นงานเอ็กเซลชื่อ FOM โดยแสดงที่มาของการผูกสูตรการคำนวณค่าใช้จ่ายคงที่ในการสั่งซื้อต่อเดือน (FOM) เกิดจากการคูณกันของค่าใช้จ่ายต่าง ๆ กับร้อยละการจัดสรรค่าใช้จ่าย

1.2.3 ทำการบันทึกข้อมูลและปิดไฟล์

1.3 ส่วนของการแสดงผลลัพธ์

1.3.1 ส่วนของการแสดงผลลัพธ์ที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลงค่าแล้วของโปรแกรม IBM ILOG CPLEX จะอยู่ทางด้านล่างซ้ายมือ ดังแสดงในภาพผนวกที่ ๗8

Name	Value
Data (14)	
D	[[[19026 8760 19008 5192.5 7834 13039 1
.o FHM	91516
.o FOM	99000
.o JOT	77.398
.o M	1e+7
P	[[[14.73 14.7 14.7 14.7 14.8 14.72 14.8 15
Period	{1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12}
Product	{1 2 3 4 5 6 7 8}
Set1_12	{1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12}
Set2_12	{2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12}
Source	{1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13}

ภาพผนวกที่ ๑๘ หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม IBM ILOG CPLEX

1.3.2 เราสามารถดูผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมเอ็กเซลโดยเปิดโปรแกรมเอ็กเซล MODEL_SANIData.xlsx ในแผ่นงานชื่อ Result ดังแสดงในภาพผนวกที่ ๑๙

	A	B	C
1	Parameter	Result	
2	FOC	1,188,000.00	
3	JOC	6,578.84	
4	VOC	40,214,414.88	
5	FHC	1,098,188.14	
6	VHC	885,562.57	
7	TC	43,392,744.43	
8	Z	85.00	
9	D	2,788,936.35	
10	Q	2,788,955.00	
11			
12			
13			

ภาพผนวกที่ ๑๙ หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ในโปรแกรมเอ็กเซล

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวศนิ มิเดहन
เกิดวันที่	13 สิงหาคม พ.ศ.2531
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สถิติ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-