บทที่ 3
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 : วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ (กรณีศึกษา)

การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตัวแบบจำลอง และข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์มาจากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในองค์กรเอกชนที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำสลัด ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตตลอดปี ในการผลิตน้ำสลัดมีวัตถุดิบประกอบด้วย น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู น้ำมันถั่วเหลือง เกลือ และไข่ไก่

จากการศึกษาข้อมูลทางด้านกายภาพของวัตถุดิบแต่ละชนิด พบว่าวัตถุดิบแต่ละชนิดมีอายุการเก็บรักษาที่แตกต่างกันและวัตถุดิบบางชนิดมีอายุการเก็บรักษาที่นานบางชนิดอาจจะเป็นปี ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการเก็บรักษาอย่างถูกวิธี เช่น น้ำตาลทราย เกลือ และน้ำส้มสายชู มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน (ระยะเวลาการเก็บเป็นปี) ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบข้างต้น เนื่องจากอายุการเก็บรักษายาวนานจึงเป็นการง่ายในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง ส่วนวัตถุดิบที่เหลือ คือ น้ำมันถั่วเหลืองจำเป็นต้องมีการเก็บรักษาที่ถูกต้อง เนื่องจากอาจมีการเหม็นหืนหรือเสื่อมสภาพได้ในระยะเวลาที่สั้น และไข่ไก่ จำเป็นต้องเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 10°C เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากไข่ไก่มีปริมาณโปรตีนสูงซึ่งง่ายต่อการเน่าเสีย ดังนั้นตัวแบบจำลองสำหรับน้ำมันพืช และไข่ไก่จึงเป็นตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ซึ่งการจัดการวัตถุดิบคงคลังมีความซับซ้อน อายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

วัตถุดิบ	อายุการเก็บรักษา
น้ำตาลทราย	ไม่พิจารณา
น้ำส้มสายชู	ไม่พิจารณา
น้ำมันพืช (น้ำมันถั่วเหลือง)	พิจารณา
เกลือ	ไม่พิจารณา
ไข่ไก่	พิจารณา

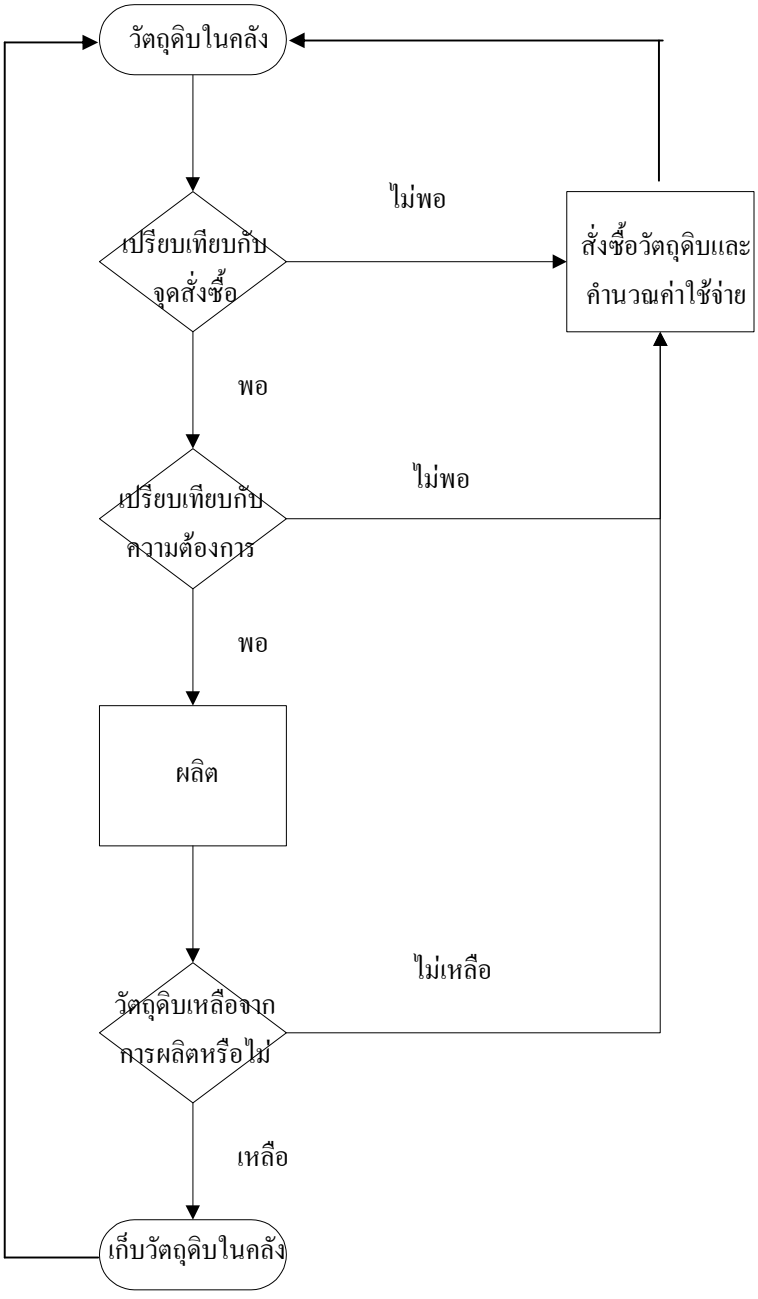
จากตารางที่ 1 อายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบผลิตภัณฑ์น้ำสลัดโดยเฉพาะน้ำมันพืช และไข่ไก่ อาจมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานกว่าข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1 โดยเหตุผลที่กำหนดอายุการเก็บรักษาไว้เท่ากับ 4 วัน (ในตัวแบบจำลองสถานการณ์) ก็เนื่องจากมีผลต่อการสร้างตัวแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม ARENA™ Version 9 (Academic Version) ซึ่งมีการจำกัดการใช้หน่วยย่อย (Module) ในการสร้างตัวแบบจำลอง ถ้าใช้หน่วยย่อยเกินกำหนดจะทำให้ไม่สามารถรันตัวแบบจำลองได้

1.2 ปัญหาที่พบ

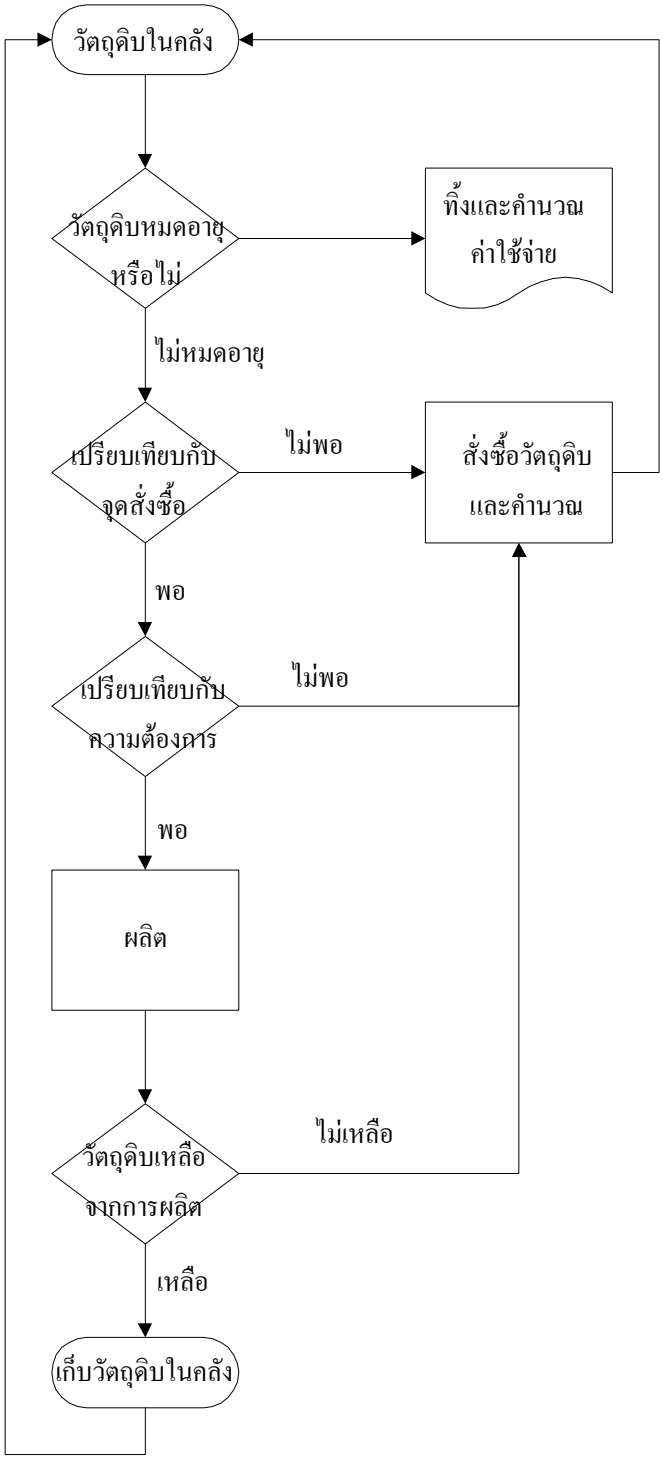
การจัดการวัตถุดิบคงคลังของวัตถุดิบของบริษัทกรณีศึกษามีปัญหาเรื่องปริมาณวัตถุดิบในคลังมีการขาดสต๊อก (Shortage) ไม่เพียงพอกับความต้องการที่เกิดขึ้น และในบางครั้งปริมาณวัตถุดิบในคลังมีมากเกินความต้องการ (Overstock) มีการเน่าเสียก่อนจะใช้หมด ซึ่งปัญหาที่พบทั้ง 2 กรณีส่งผลต่อต้นทุนในการจัดการวัตถุดิบคงคลังทำให้มีต้นทุนสูง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการสั่งซื้อในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการในแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้ต้นทุนด้านการจัดการวัตถุดิบคงคลังต่ำที่สุดและสามารถตอบสนองต่อความต้องการที่เกิดขึ้นได้

1.3 กระบวนการในการสั่งซื้อ

จากข้อ 1.1 กระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบมีการแบ่งออกเป็น 2 จำพวก คือ วัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาในการสร้างตัวแบบจำลอง กับวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาในการสร้างตัวแบบจำลอง ซึ่งกระบวนการในการสั่งซื้อแสดงดังภาพที่ 22 และ 23 แสดงกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาในการสร้างตัวแบบจำลอง และวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาในการสร้างตัวแบบจำลอง ตามลำดับ



ภาพที่ 22 กระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา



ภาพที่ 23 กระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา

ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการสร้างตัวแบบจำลอง

2.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (Problem Identification and System Definition) และจัดเตรียมข้อมูล

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA™ ในการแก้ไขปัญหาการจัดการวัตถุดิบคงคลังในอุตสาหกรรมเกษตรและเพื่อศึกษานโยบายในการจัดการวัตถุดิบคงคลังแบบ (s, S) และ (s, Q) กับอุตสาหกรรมเกษตรโดยใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจสั่งซื้อและกำหนดระดับวัตถุดิบคงคลัง ซึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการวัตถุดิบคงคลังทั้งในอดีตและปัจจุบันมีการแก้ปัญหาโดยการใช้ประสบการณ์ควบคู่กับสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และในงานวิจัยนี้ได้นำเสนออีกแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาด้านการจัดการสินค้าคงคลัง คือ เทคนิคการจำลองสถานการณ์ซึ่งได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแก้ไขปัญหา คือ โปรแกรม ARENA™ Version 9 (Academic Version)

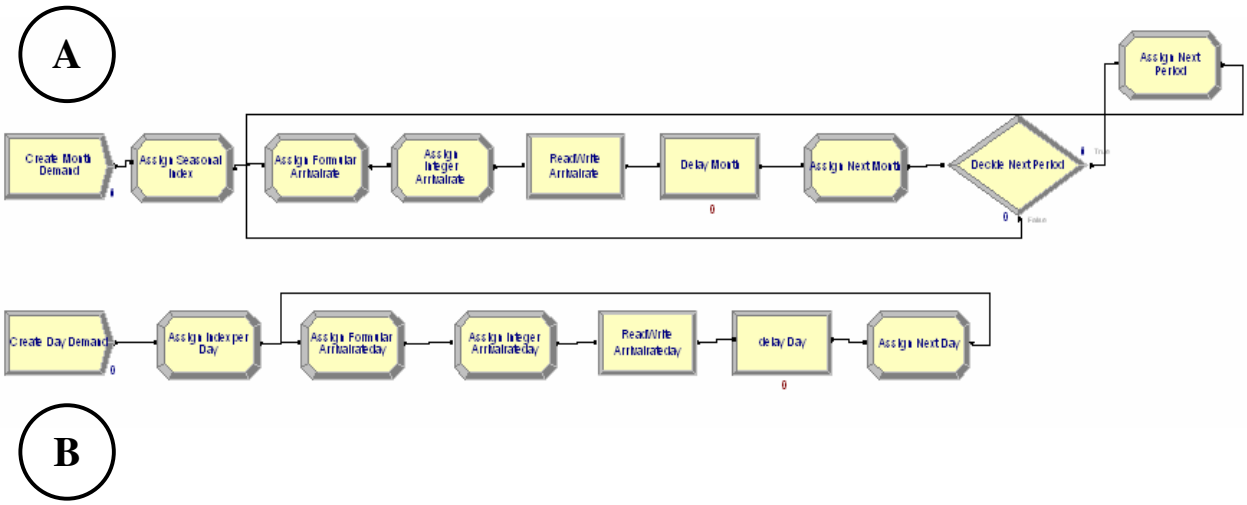
ระบบงานในงานวิจัยนี้ คือ กระบวนการการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำสลัด โดยในการสร้างตัวแบบจำลองจะทำการพิจารณาที่การสั่งซื้อวัตถุดิบจนถึงการนำวัตถุดิบออกไปยังกระบวนการผลิต ซึ่งในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำสลัดเป็นระบบท่อ คือ มีการผลิตแบบต่อเนื่อง (Continuous Flow) และในการสร้างตัวแบบจำลองใช้แนวความคิดว่ากระบวนการผลิตที่มีการสั่งวัตถุดิบเป็นลูกค้า ซึ่งความต้องการที่เกิดขึ้นเป็นปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบของกระบวนการผลิต (ความต้องการใช้วัตถุดิบของกระบวนการผลิตมีความสัมพันธ์จากความต้องการผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) และระบบการตรวจสอบคงคลังเป็นเสมือนระบบการตรวจสอบแบบต่อเนื่อง คือ มีการตรวจสอบสินค้าในคลังทุกวัน โดยจะมีการกำหนดจุดสั่งซื้อไว้เมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังลดลงมาเท่ากับหรือน้อยกว่าจุดสั่งซื้อ จะมีการสั่งซื้อทันที

ตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์ คือ ตัวแบบจำลองแบบที่ 1 เป็นตัวแบบจำลองสำหรับวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาวันเก็บอายุ ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ และในการทดลองใช้ตัวแบบแบบจำลองในกรณีศึกษาจะขอยกตัวอย่างวัตถุดิบน้ำตาลทราย ตัวแบบจำลองที่ 2 เป็นแบบจำลองสำหรับวัตถุดิบที่พิจารณาวันเก็บอายุ ได้แก่ น้ำมันพืช และไข่ไก่ และในการทดลองใช้ตัวแบบแบบจำลองในกรณีศึกษาจะขอยกตัวอย่างวัตถุดิบไข่ไก่

2.2 การสร้างตัวแบบจำลอง (Model Formulation)

2.2.1 ตัวแบบจำลองความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาล

ตัวแบบจำลองสถานการณ์ ดังแสดงในภาพที่ 24 เพื่อเลียนแบบพฤติกรรมการสั่งซื้อวัตถุดิบเพื่อการจัดการวัตถุดิบคงคลังของทั้ง 2 นโยบาย คือ นโยบาย (s, S) และนโยบาย (s, Q) โดยมีการกำหนดให้ความต้องการวัตถุดิบ (Demand) มีพฤติกรรมแบบฤดูกาล (Seasonal Behavior)



ภาพที่ 24 ตัวแบบจำลองสถานการณ์ของการสร้างความต้องการแบบฤดูกาล

ภาพที่ 24 แสดงตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสร้างความต้องการแบบฤดูกาล โดยตัวแบบจำลอง A เป็นตัวแบบจำลองที่สร้างความต้องการแบบฤดูกาล ซึ่งแสดงผลเป็นรายเดือน คือ ความต้องการเกิดขึ้นเดือนละครั้ง ส่วนตัวแบบจำลอง B เป็นตัวแบบจำลองที่แสดงความต้องการแบบฤดูกาล ซึ่งแสดงผลเป็นรายวัน คือ มีความต้องการเกิดขึ้นวันละครั้งโดยคำนวณมาจากความต้องการแบบฤดูกาลที่แสดงผลเป็นรายเดือน ในการสร้างตัวแบบจำลองทั้งสองแบบ มีการใช้หน่วยย่อยต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ Assign Module ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าต่างๆ ของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณความต้องการที่เกิดขึ้น ส่วน Process Module จะทำหน้าที่ในการกำหนดระยะเวลาให้มีการปล่อยความต้องการที่สร้างขึ้นออกจากระบบ และ Decide Module ในตัวแบบจำลอง A จะทำหน้าที่ในการตัดสินใจในการขึ้นรอบใหม่ของการสร้างความต้องการแบบฤดูกาลเป็นรายเดือน สำหรับรายละเอียดการป้อนค่าในแต่ละหน่วยย่อย (Module) ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

ตัวแบบจำลองสำหรับการสร้างความต้องการแบบฤดูกาลสามารถสร้างความต้องการรายเดือน ดังตัวอย่างความต้องการรายเดือนในระยะเวลา 1 ปี (เท่ากับ 12 เดือน) มีพฤติกรรมแบบฤดูกาล ดัง

แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งอิทธิพลของฤดูกาลเป็นการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลามีผลเนื่องจากฤดูกาล และการเคลื่อนไหวจะเกิดขึ้นซ้ำแล้วซ้ำอีกในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยส่วนใหญ่จะเป็นระยะเวลาหนึ่งปี (ทรงศิริ แต้สมบัติ, 2539) โดยเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 25 ซึ่งเป็นกราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการที่สร้างจากข้อมูลแบบสุ่มด้วยโปรแกรม ARENA™ กับระยะเวลาเป็นรายเดือนในช่วงระยะเวลา 2 ปี จะเห็นว่ารูปกราฟมีลักษณะเป็นฤดูกาล ซึ่งรูปแบบแนวโน้มของความต้องการในแต่ละปีเหมือนกันหรือไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ตัวแบบจำลองสามารถสร้างความต้องการรายวัน ดังตัวอย่างซึ่งแสดงในตารางที่ 3 สำหรับระยะเวลา 2 เดือน (เท่ากับ 60 วัน) ความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาลดังแสดงในตารางที่ 2 เป็นการสร้างความต้องการแบบสุ่มจากการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution)

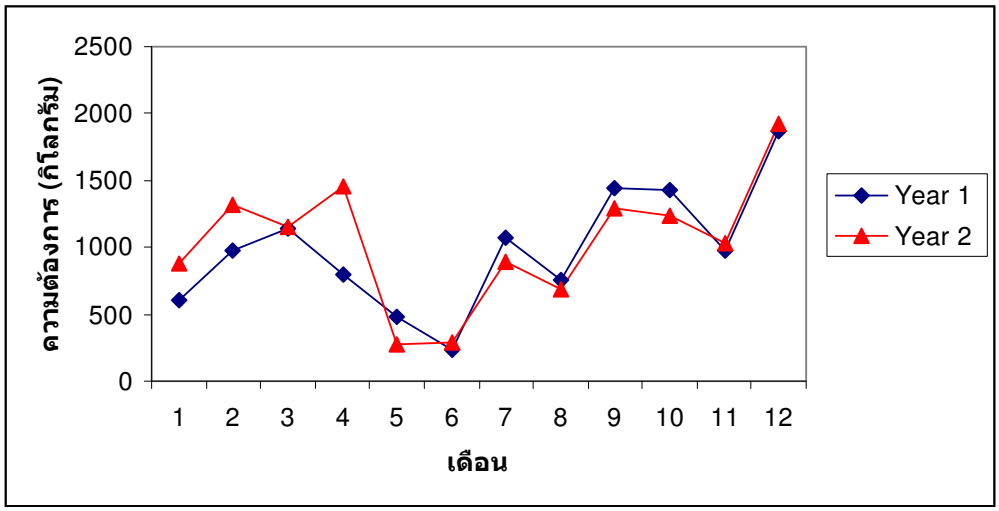
ตารางที่ 2 ตัวอย่างของความต้องการรายเดือนซึ่งมีพฤติกรรมแบบฤดูกาล สำหรับระยะเวลา 1 ปี

ความต้องการรายเดือน (กิโลกรัม)												
เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ความต้องการ	610	981	1146	794	485	238	1075	756	1447	1430	970	1862

<u>หมายเหตุ</u> - ข้อมูลในตารางที่ 2 ข้างต้นเป็นความต้องการรายเดือนที่ได้จากการรัน 1 ซ้ำของการรันตัวแบบจำลองดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.

- ค่าเริ่มต้น (ตัวแปร “value”) กำหนดให้เป็นการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย 1000 กิโลกรัมต่อเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 300 กิโลกรัมต่อเดือน เหตุผลที่ให้ค่าเริ่มต้นมีกระจายแบบปกติเนื่องจากต้องการให้ค่าเริ่มต้นของการคำนวณหาความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาลของตัวแบบจำลองมีลักษณะของการสุ่มและการกระจายแบบปกติ ซึ่งมีรูปแบบการกระจายเป็นรูประฆังคว่ำโอกาสเกิดความต้องการส่วนใหญ่จะมีค่าใกล้กับค่าเฉลี่ยที่กำหนด แต่การแกว่งของค่าเริ่มต้นขึ้นกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ในตัวแบบจำลองเป็นการสมมุติขึ้นซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

- สำหรับการสร้างความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาลในตัวแบบจำลองได้ดัดแปลงวิธีการจากงานวิจัยของ Chen and Chang (2006) โดยนำดัชนีฤดูกาลมาคูณกับค่าเริ่มต้นหรือตัวแปร “value” ตามสูตร “(Value)*seasonal(month+1)” ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.



ภาพที่ 25 ความต้องการรายเดือนแบบสุ่มจากการกระจายแบบปกติ โดยสร้างจากตัวแบบจำลอง

ตารางที่ 3 ความต้องการรายวันแบบสุ่มจากการกระจายแบบปกติ โดยสร้างจากตัวแบบจำลอง

วัน	ความต้องการ (กิโลกรัม)	วัน	ความต้องการ (กิโลกรัม)
1	24	16	18
2	31	17	24
3	24	18	6
4	18	19	6
5	18	20	24
6	24	21	31
7	12	22	31
8	18	23	6
9	31	24	31
10	6	25	12
11	18	26	24
12	31	27	24
13	18	28	24
14	31	29	18
15	18	30	6

ตารางที่ 3 ความต้องการรายวันแบบสุ่มจากการกระจายแบบปกติ โดยสร้างจากตัวแบบจำลอง (ต่อ)

วัน	ความต้องการ (กิโลกรัม)	วัน	ความต้องการ (กิโลกรัม)
31	24	46	24
32	49	47	49
33	39	48	39
34	29	49	29
35	29	50	29
36	39	51	39
37	20	52	20
38	29	53	29
39	49	54	49
40	10	55	10
41	29	56	29
42	49	57	49
43	29	58	29
44	49	59	49
45	29	60	29

หมายเหตุ - ข้อมูลในตารางที่ 3 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสร้างแบบสุ่มของตัวแบบจำลองในระยะเวลา 2 เดือน

ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3 เป็นการยกตัวอย่างความต้องการที่แสดงผลเป็นรายวันซึ่งสร้างขึ้นมาโดยใช้ตัวแบบจำลอง A และตัวแบบจำลอง B ดังแสดงในภาพที่ 24 ด้วยการรันตัวแบบจำลอง (Run Model) เป็นระยะเวลา 2 เดือน (เท่ากับ 60 วัน) ซึ่งความต้องการวัตถุดิบที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาลที่สร้างขึ้นนี้ จะนำไปใช้ในการรันตัวแบบจำลองกระบวนการในการจัดการสินค้าคงคลังวัตถุดิบสำหรับนโยบาย (s, S) และนโยบาย (s, Q)

2.2.2 ตัวแบบจำลองกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน (ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

วัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดบางชนิด เมื่อมีการเก็บรักษาอย่างถูกต้อง จะมีวันหมดอายุซึ่งมีระยะเวลานาน ได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ อย่างไรก็ตาม การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์ก็จะช่วยให้เกิดการตัดสินใจที่เหมาะสมในการจัดการวัตถุดิบคงคลังในระยะยาว (Long Term) สำหรับความต้องการวัตถุดิบซึ่งมีพฤติกรรมแบบฤดูกาล (Seasonal Behavior) ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงของการบริหารจัดการ โดยการสร้างตัวแบบจำลองจะไม่นำอายุการเก็บรักษามาพิจารณา เนื่องจากวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษายาวนาน และตัวแบบจำลองสำหรับวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดจะสามารถใช้ตัวแบบจำลองเดียวกันได้ เพียงแต่ต้องเปลี่ยนแปลงการตั้งค่าตัวแปรในบางหน่วยย่อย (Modules) โดยในการสร้างตัวแบบจำลองจำเป็นต้องมีการตั้งสมมุติฐานสำหรับตัวแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมมุติฐาน

- ความต้องการวัตถุดิบมีพฤติกรรมแบบฤดูกาล โดยกำหนดให้ค่าเริ่มต้นของการคำนวณความต้องการแบบฤดูกาลมีการกระจายของข้อมูลแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1000 กิโลกรัมต่อเดือน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 300 กิโลกรัมต่อเดือน
- ความต้องการวัตถุดิบ มีลักษณะเป็นรายวัน
- มีการขาดสต๊อก (Shortage) และส่งวัตถุดิบไปยังส่วนผลิตในกรณีที่ขาดสต๊อก (Backorder)
- ในการตัดสินใจเพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่จากผู้จัดส่งวัตถุดิบ จะกระทำเป็น 2 ขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ 1) เปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับระดับของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าระดับของจุดสั่งซื้อ จะยังไม่ทำการสั่งซื้อ และข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 2 แต่หากปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน น้อยกว่าหรือเท่ากับระดับของจุดสั่งซื้อ จะทำการสั่งซื้อทันที และ 2) เปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่มีเข้ามา ณ ปัจจุบัน หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่มีเข้ามา จะยังไม่ทำการสั่งซื้อ แต่หากปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบัน น้อยกว่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่มีเข้ามา ณ ปัจจุบัน จะทำการสั่งซื้อทันที

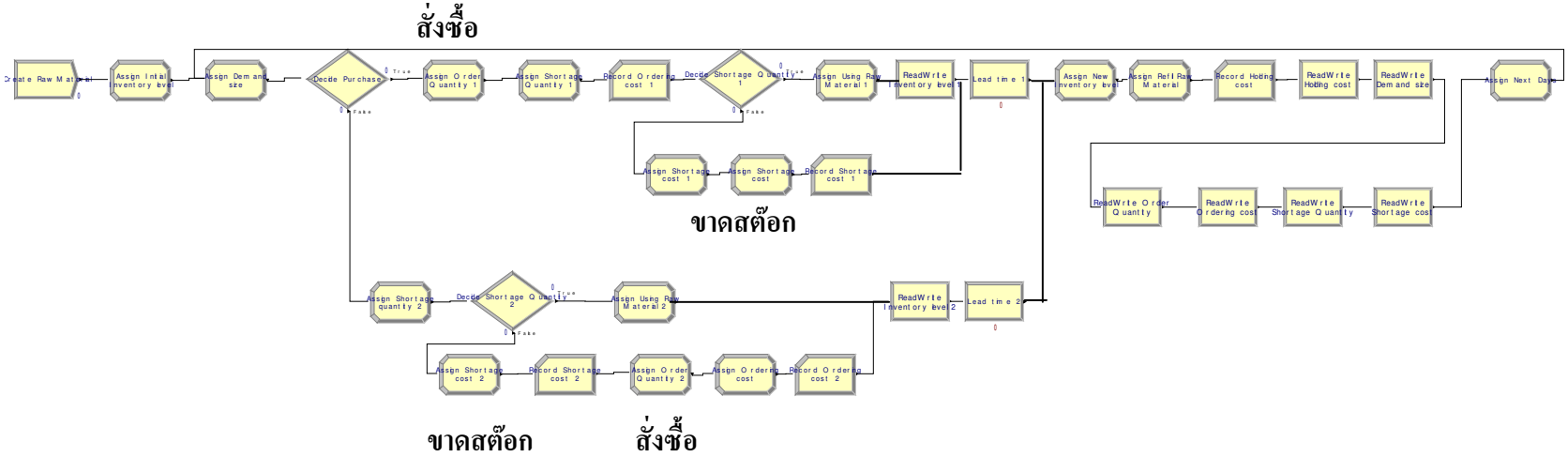
นโยบาย (s, Q)

ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบตามนโยบาย (s, Q) มีโครงสร้างการดำเนินงานตามกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ ดังแสดงในภาพที่ 22 ซึ่งเป็นกระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่นำอายุการเก็บรักษามาพิจารณา เนื่องจากวัตถุดิบที่พิจารณาในที่นี้ อันได้แก่ น้ำตาลทราย น้ำส้มสายชู และเกลือ มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม โดยการสั่งซื้อวัตถุดิบในนโยบาย (s, Q) จะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณสินค้าคงคลังลดลงมาจนมีระดับน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) และปริมาณการสั่งซื้อจะเป็นการสั่งซื้อในปริมาณ Q กิโลกรัม ที่เท่าๆ กันทุกครั้ง ซึ่งตัวแบบจำลองกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาตามนโยบาย (s, Q) มีดังแสดงในภาพที่ 26

กระบวนการดำเนินงานในตัวแบบจำลองจะมีขั้นตอนเริ่มต้นโดย Create Module ทำหน้าที่ในการสร้าง Entity โดยในที่นี้ Entity คือ ปริมาณวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม และในขั้นตอนการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ ผู้วิจัยได้ใช้ Decide Module เพื่อช่วยในการสร้างตัวแบบจำลอง ส่วน Assign Module จะทำหน้าที่ในการกำหนดค่าของตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการสร้างตัวแบบจำลอง เช่น ปริมาณในการสั่งซื้อสินค้า เป็นต้น หลังจากที่วัตถุดิบที่สั่งมาถึง จะมีการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบ ซึ่งถูกกำหนดโดยใช้ Assign Module เช่นกัน สำหรับการพิจารณาสินค้าขาดสต๊อกในตัวแบบจำลอง จะกระทำโดยการเปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังกับความต้องการวัตถุดิบที่เกิดขึ้นโดยใช้ Assign Module ในการกำหนดค่าตัวแปรเช่นเดียวกับการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ ส่วน Decide Module ทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่าวัตถุดิบที่มีอยู่เพียงพอกับความต้องการที่เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งถ้าปริมาณวัตถุดิบคงคลังเมื่อเทียบกับความต้องการที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่าไม่เพียงพอ ก็จะทำการสั่งซื้อ และทำการคำนวณค่าใช้จ่ายเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกโดยใช้ Assign Module ซึ่งถ้าวัตถุดิบที่มีอยู่เพียงพอกับความต้องการจะถูกนำไปใช้ในการผลิตต่อไป และในอีกกรณี ถ้าวัตถุดิบไม่เพียงพอกับความต้องการ ก็จะต้องมีการสั่งซื้อเพิ่ม สำหรับรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้สร้างแต่ละหน่วยย่อยในตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ตามนโยบาย (s, Q) ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

นโยบาย (s, S)

ในตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน (ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา) ตามนโยบาย (s, S) การสั่งซื้อวัตถุดิบจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณวัตถุดิบคงคลังลดลงมาน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) เหมือนกับนโยบาย (s, Q) แต่มีความแตกต่างกันตรงที่การกำหนดปริมาณในการสั่งซื้อจะกำหนดระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จะเติมเต็มเอาไว้เท่ากับ S กิโลกรัม จึงทำให้ปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งอาจมีปริมาณไม่เท่ากันได้ เนื่องจากปริมาณการสั่งซื้อแต่ละครั้งจะกระทำในจำนวนใดๆที่ทำให้ปริมาณวัตถุดิบคงคลังสูงสุดกลับมาเท่ากับ S กิโลกรัม เพื่อรอการใช้งานต่อไป ทั้งนี้การพิจารณาขั้นตอนต่างๆจะเหมือนกับการพิจารณาในนโยบาย (s, Q) โดยการใช้หน่วยย่อย (Module) ต่างๆในการทำหน้าที่ในตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นจะเหมือนกับในตัวแบบจำลองของนโยบาย (s, Q) เพียงแต่จะมีความแตกต่างในการกำหนดค่าตัวแปรใน Assign Module และ Decide Module เพื่อให้สอดรับกับนโยบาย (s, S) โดยรายละเอียดในการตั้งค่าตัวแปรต่างๆ ในหน่วยย่อย (Module) ของตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาตามนโยบาย (s, S) มีดังแสดงในภาคผนวก ข.



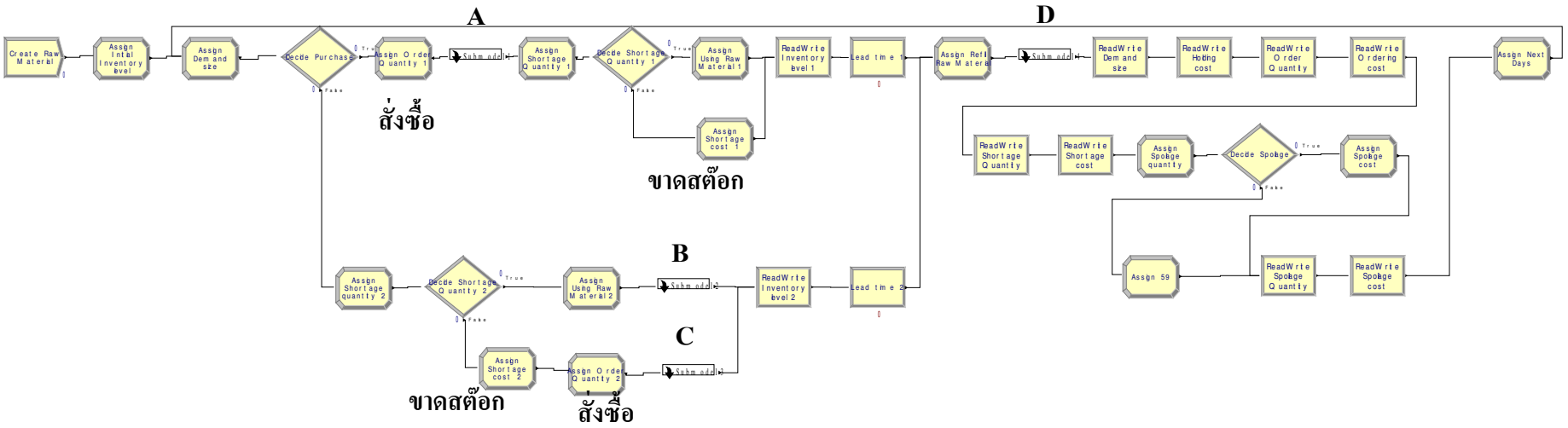
ภาพที่ 26 ตัวแบบจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน (ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

2.2.3 ตัวแบบจำลองกระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

วัตถุดิบของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดที่นำอายุการเก็บรักษามาพิจารณาในการสร้างตัวแบบจำลอง ได้แก่ ไข่ไก่ และน้ำมันพืช โดยวัตถุดิบไข่ไก่ที่นำมาใช้จะมีลักษณะที่ถูกตีให้เป็นของเหลวที่พร้อมใช้สำหรับการผลิตแล้วและมีการซื้อขายเป็นกิโลกรัม ส่วนอายุการเก็บรักษาจะขึ้นอยู่กับวิธีการในการเก็บรักษาที่ใช้ ณ สถานที่ผลิตด้วย ส่วนวัตถุดิบน้ำมันพืชอาจมีการเหม็นหืนในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นการจัดการวัตถุดิบคงคลังของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดจึงมีความซับซ้อนในการกำหนดวันหมดอายุและการนำวัตถุดิบออกมาใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งต้องใช้หลักการ First In First Out : FIFO ที่ว่าวัตถุดิบไหนมาก่อนก็ใช้วัตถุดิบนั้นก่อน สำหรับการสร้างตัวแบบจำลองของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด จะสามารถใช้ตัวแบบจำลองเดียวกันได้ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงรายละเอียดและการตั้งค่าตัวแปรในบางหน่วยย่อย และในการสร้างตัวแบบจำลองจำเป็นต้องมีการตั้งสมมุติฐานสำหรับตัวแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมมุติฐาน

- ความต้องการมีพฤติกรรมแบบฤดูกาล ค่าเริ่มต้นของการคำนวณความต้องการแบบฤดูกาลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1000 กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 300 กิโลกรัม
- ความต้องการวัตถุดิบ มีลักษณะเป็นรายวันวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน
- มีการขาดสต๊อก (Shortage) และส่งวัตถุดิบไปยังส่วนผลิตในกรณีที่ขาดสต๊อก (Backorder)
- ในการตัดสินใจเพื่อสั่งซื้อวัตถุดิบใหม่จะกระทำ 2 ขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ 1) เปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับระดับของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าระดับของจุดสั่งซื้อ จะยังไม่ทำการสั่งซื้อและข้ามไปพิจารณาขั้นตอนที่ 2 แต่หากปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับของจุดสั่งซื้อจะทำการสั่งซื้อทันที และ 2) เปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันกับปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่เข้ามา ณ ปัจจุบัน หากพบว่าปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันสูงกว่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่มีเข้ามาจะยังไม่ทำการสั่งซื้อ แต่หากปริมาณวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันน้อยกว่าปริมาณความต้องการวัตถุดิบที่มีเข้ามา ณ ปัจจุบัน จะทำการสั่งซื้อทันที



ภาพที่ 27 ตัวแบบจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

นโยบาย (s, Q)

ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบตามนโยบาย (s, Q) จะมีโครงสร้างการดำเนินงานตามกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบ ดังแสดงในภาพที่ 23 ซึ่งเป็นกระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาด้วย เนื่องจากวัตถุดิบที่พิจารณาในที่นี้ อันได้แก่ ไข่ไก่และน้ำมันพืช มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น โดยการสั่งซื้อวัตถุดิบในนโยบาย (s, Q) จะเกิดขึ้นเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) และปริมาณในการสั่งซื้อจะเป็นการสั่งซื้อในปริมาณ Q กิโลกรัม ที่เท่าๆกันทุกครั้ง ซึ่งตัวแบบจำลองกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (พิจารณาอายุการเก็บรักษา) ตามนโยบาย (s, Q) มีดังแสดงในภาพที่ 27

กระบวนการดำเนินงานในตัวแบบจำลองจะมีขั้นตอนเริ่มต้นโดย Create Module ทำหน้าที่ในการสร้าง Entity โดยในที่นี้ Entity คือ ปริมาณวัตถุดิบ 1 กิโลกรัม และในขั้นตอนการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบหรือไม่ ผู้วิจัยได้ใช้ Decide Module ช่วยในการสร้างตัวแบบจำลอง ส่วน Assign Module จะทำหน้าที่ในการกำหนดค่าของตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง เช่น ปริมาณในการสั่งซื้อสินค้า เป็นต้น หลังจากที่วัตถุดิบที่สั่งมาถึง จะมีการคำนวณค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาวัตถุดิบ ซึ่งถูกกำหนดโดยใช้ Assign Module เช่นกัน สำหรับขั้นตอนการพิจารณาสินค้าขาดสต๊อกในตัวแบบจำลอง จะกระทำโดยการเปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบคงคลังกับความต้องการวัตถุดิบที่เกิดขึ้นโดยใช้ Assign Module ในการกำหนดค่าตัวแปรเช่นเดียวกับการตัดสินใจสั่งซื้อวัตถุดิบ ส่วน Decide Module ทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่าวัตถุดิบที่มีอยู่เพียงพอกับความต้องการวัตถุดิบที่เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งถ้าปริมาณวัตถุดิบคงคลังเมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการวัตถุดิบที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่าไม่เพียงพอ จะทำการสั่งซื้อ และทำการคำนวณค่าใช้จ่ายเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกโดยใช้ Assign Module และถ้าวัตถุดิบที่มีอยู่เพียงพอกับความต้องการแล้ว ก็จะถูกนำไปใช้ในการผลิตต่อไป ส่วนในอีกกรณีถ้าวัตถุดิบไม่เพียงพอกับความต้องการวัตถุดิบ ก็ต้องมีการสั่งซื้อเพิ่ม และมีการพิจารณาวัตถุดิบคงคลังที่เหลือในคลังว่าหมดอายุหรือไม่โดยใช้ Assign Module และ Decide Module ซึ่งถ้ามีวัตถุดิบหมดอายุ ก็จะต้องทิ้งวัตถุดิบส่วนนั้นไปและมีการคำนวณค่าใช้จ่าย (ค่าเสียหาย) เมื่อวัตถุดิบหมดอายุก่อนการนำไปใช้งาน และหักปริมาณวัตถุดิบที่ทิ้งไปนั้นออกจากคลัง สำหรับรายละเอียดของการตั้งค่าตัวแปรในแต่ละหน่วยย่อย (Modules) ของตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาตามนโยบาย (s, Q) ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

นโยบาย (s, S)

ในตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ตามนโยบาย (s, S) นั้น การสั่งซื้อวัตถุดิบจะเกิดขึ้นเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาน้อยกว่าหรือเท่ากับจุดสั่งซื้อ (Re-order Point) เหมือนกับนโยบาย (s, Q) แต่มีความแตกต่างที่จะมีการกำหนดระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (S) จึงทำให้ปริมาณในการสั่งซื้อแต่ละครั้งอาจไม่เท่ากัน ซึ่งปริมาณในการสั่งซื้อของนโยบาย (s, S) คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (S) ลบด้วยระดับวัตถุดิบคงคลังที่มีอยู่แล้ว สำหรับการพิจารณาในส่วนต่างๆของตัวแบบจำลองจะเหมือนกับการพิจารณาของนโยบาย (s, Q) ทั้งขั้นตอนการพิจารณาเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก การพิจารณาเมื่อวัตถุดิบหมดอายุ ดังนั้นการใช้หน่วยย่อย (Module) ในตัวแบบจำลองจึงเหมือนกับในตัวแบบจำลองของนโยบาย (s, Q) ดังแสดงในภาพที่ 27 เพียงแต่จะมีความแตกต่างในด้านการกำหนดค่าตัวแปรใน Assign Module และ Decide Module โดยรายละเอียดในการตั้งค่าตัวแปรในหน่วยย่อยของตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ตามนโยบาย (s, S) มีดังแสดงในภาคผนวก ค.

2.3 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) ของตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

การพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลองเป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ตัวแบบจำลองนั้น จะเป็นผลที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างตัวแบบจำลอง ซึ่งในการพิสูจน์ยืนยันของตัวแบบจำลองนั้น มิได้มีการกำหนดวิธีการที่แน่นอนตายตัวเป็นทฤษฎีและมีหลากหลายวิธีการในการพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลอง โดยวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ คือ การกำหนดตัวแปรในตัวแบบจำลองเป็นค่าคงที่ เช่น กำหนดค่าความต้องการ หรือ ปริมาณในการสั่งซื้อ เป็นต้น แล้วทำการรันตัวแบบจำลองเพื่อพิจารณาวัตถุดิบคงคลังและต้นทุนต่างๆว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวิธีนี้จะทำให้สามารถพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแต่ละตัวว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากองค์ประกอบในตัวแบบจำลองอย่างไร ซึ่งจากการพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลองสถานการณ์ดังวิธีการดังกล่าวข้างต้น พบว่าตัวแบบจำลองสามารถแสดงพฤติกรรมของการจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบอุตสาหกรรมเกษตรสำหรับทั้งกรณีที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาและที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาทั้งในนโยบาย (s, S) และนโยบาย (s, Q) ได้อย่างสมเหตุสมผล ผลการพิสูจน์ยืนยันตัวแบบจำลองดังแสดงในภาคผนวก ง. ส่วนการทดสอบความถูกต้อง (Validation) ของตัวแบบจำลอง ซึ่งเป็นการทดสอบว่าผลลัพธ์จากตัวแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับ

ผลลัพธ์ของระบบจริงหรือไม่ โดยในงานวิจัยนี้เป็นการนำข้อมูลในส่วนของปัญหาการจัดการวัตถุดิบคงคลังของอุตสาหกรรมเกษตรซึ่งได้จากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ และข้อมูลในส่วนของความต้องการทำการสร้างจากตัวแบบจำลอง จึงไม่มีการทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง

2.4 การทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Running Simulation Model) โดยใช้กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัด

กรณีศึกษาเป็นการสมมุติสถานการณ์การจัดการวัตถุดิบคงคลังสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำสลัด โดยอ้างอิงจากสถานการณ์จริง (ข้อมูลในด้านนโยบายการบริหารจัดการและปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนความต้องการใช้วัตถุดิบ มาจากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในองค์การเอกชนที่มีการผลิตน้ำสลัดแห่งหนึ่ง ส่วนข้อมูลด้านต้นทุนการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย เป็นการสมมุติค่าขึ้นและสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมเมื่อมีการนำไปใช้จริง) โดยสามารถแบ่งวัตถุดิบได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) วัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน ดังนั้นจึงไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาในการรันตัวแบบจำลองใช้ตัวอย่างจากวัตถุดิบน้ำตาลทราย และ 2) วัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นจึงต้องพิจารณาอายุการเก็บรักษาในการรันตัวแบบจำลองใช้ตัวอย่างจากวัตถุดิบไข่ไก่ และมีการใช้นโยบายในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง 2 นโยบาย คือ นโยบาย (s, S) และนโยบาย (s, Q) ซึ่งการใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับกรณีศึกษานี้ มีจุดประสงค์หลักเพื่อยืนยันและแสดงให้เห็นว่าตัวแบบจำลองสถานการณ์สามารถนำไปปรับใช้เพื่อการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ในการจัดการวัตถุดิบคงคลังสำหรับทั้งผลิตภัณฑ์น้ำสลัดและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยกรณีศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บริษัท ABC Food จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิตน้ำสลัด ซึ่งในการจัดการวัตถุดิบคงคลังของบริษัทประสบปัญหาในด้านการสั่งซื้อวัตถุดิบให้มีปริมาณที่เหมาะสมและไม่มากหรือไม่น้อยเกินไปสำหรับความต้องการในด้านการผลิต จึงได้นำเทคนิคการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง โดยมีการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์สำหรับนโยบายในการจัดการวัตถุดิบคงคลัง 2 นโยบาย คือ นโยบาย (s, S) และนโยบาย (s, Q) ทั้งในส่วนของวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา (อายุการเก็บรักษายาวนาน) และวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา (อายุการเก็บรักษาสั้น)

การทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างด้วยโปรแกรม ARENA™ จำเป็นต้องมีการคำนวณหาจำนวนซ้ำของการรันตัวแบบจำลองเพื่อเป็นการลดความแปรปรวนของผลจากการรันตัวแบบจำลอง ซึ่งการหาจำนวนซ้ำของการรันตัวแบบจำลองในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการทดลองรันตัวแบบจำลองตามจำนวนซ้ำที่ต้องการ แล้วนำผลมาคำนวณหาจำนวนซ้ำตามสูตรเพื่อพิจารณาว่าจำนวนซ้ำที่ทำการรันเพียงพอหรือไม่ ซึ่งในงานวิจัยของ Toledo et al (2003) และ Ahmed (1999) อ้างโดย Burghout (Online) ได้แสดงสูตรการคำนวณจำนวนซ้ำในการรันตัวแบบจำลอง ดังนี้

$$N(m) = \left[\frac{S(m) t_{m-1,1-\alpha/2}}{X(m)\varepsilon} \right]^2$$

กำหนดให้

$N(m)$	=	จำนวนซ้ำ
$X(m)$	=	ค่าเฉลี่ยจากผลการทดลองรัน (ตัวอย่าง)
$S(m)$	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการทดลองรัน
α	=	ระดับความเชื่อมั่น
ε	=	เปอร์เซ็นต์การยอมรับค่าความผิดพลาดของ $X(m)$ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้ $\varepsilon = \lvert X(m) - \mu \rvert / \lvert \mu \rvert$

ทดลองรันตัวแบบจำลองจำนวน 10 ซ้ำ และนำผลจากการรันมาทำการคำนวณหาจำนวนซ้ำที่เหมาะสมจากสูตรข้างต้น โดยการกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจริง (μ) เท่ากับ 33.33 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของความต้องการ และผลจากการรันตัวแบบจำลองมีค่าเฉลี่ย $X(m)$ เท่ากับ 33.81 ค่าเปอร์เซ็นต์การยอมรับค่าความผิดพลาด ε เท่ากับ 0.014 และค่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการทดลองรันตัวแบบจำลองจำนวน 10 ซ้ำ เท่ากับ 0.338 ซึ่งการคำนวณหาจำนวนซ้ำพบว่าจำนวนซ้ำที่เหมาะสมคือ 3 ซ้ำ ซึ่งแสดงว่าการรันตัวแบบจำลองที่ 10 ซ้ำ มีความเพียงในการเก็บข้อมูล ดังนั้นในการทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์กับกรณีศึกษาจะทำการรันที่จำนวน 10 ซ้ำ

2.4.1 ตัวแบบจำลองกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน (ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

ตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน (ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา) มีดังแสดงในภาพที่ 26 ซึ่งใช้วัตถุดิบน้ำตาลทรายเป็นตัวแทนของวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน การกำหนดค่าตัวแปรในตัวแบบจำลอง คือ ความต้องการมีพฤติกรรมแบบฤดูกาลและมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย 1000 กิโลกรัมต่อเดือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 300 กิโลกรัมต่อเดือน โดยรันตัวแบบจำลองเป็นเวลา 360 วัน ซึ่งในตัวแบบจำลองนโยบาย (s, S) จะทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 ตัวแปร คือ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และระดับสูงสุดของวัตถุดิบคงคลัง (Maximum Level, S) ส่วนนโยบาย (s, Q) จะเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 ตัวแปร คือ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และปริมาณในการสั่งซื้อต่อครั้ง (Order Quantity, Q) ซึ่งผลการทดลองจากตัวแบบจำลองสถานการณ์ของทั้ง 2 นโยบาย มีดังแสดงในตารางที่ 4 - 7 สำหรับนโยบาย (s, S) แสดงในตารางที่ 8 - 11 สำหรับนโยบาย(s, Q) และต้นทุนของการจัดการวัตถุดิบคงคลัง (วัตถุดิบน้ำตาลทราย) มีรายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนในการสั่งซื้อ 800 บาท ต่อครั้ง
- ต้นทุนในการเก็บรักษาวัตถุดิบ 3 บาท ต่อกิโลกรัม (เก็บในอุณหภูมิห้อง)
- ต้นทุนเมื่อสินค้าขาดสต๊อก 1,400 บาท ต่อครั้ง (ค่าเสียโอกาสในการรอผลิตน้ำสลัดครีม)

ตารางที่ 4 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 33 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	66	11,898	183,920	257,040	452,858^{d}	0.49^{a}
	99	25,847	117,200	161,560	304,607^{c}	0.68^{b}
	132	41,998	83,520	113,960	239,478^{b}	0.77^{c}
	165	56,713	65,360	92,540	214,613^{a}	0.82^{d}
	198	73,735	53,600	74,760	202,095^{a}	0.85^{e}
	231	92,106	45,360	63,700	201,166^{a}	0.87^{ef}
	264	108,484	39,680	55,440	203,604^{a}	0.89^{fg}
	297	125,680	35,040	48,160	208,880^{a}	0.90^{g}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e, f และ g เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 5 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 66 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
66	99	32,848	178,240	122,920	334,008^{e}	0.76^{a}
	132	48,675	112,640	81,620	242,935^{d}	0.84^{b}
	165	65,729	80,240	59,640	205,609^{bc}	0.88^{c}
	198	82,942	63,680	46,340	192,962^{ab}	0.91^{d}
	231	100,320	52,960	35,700	188,980^{a}	0.93^{e}
	264	117,458	44,880	33,740	196,078^{ab}	0.93^{ef}
	297	135,157	39,120	28,980	203,257^{bc}	0.94^{ef}
	330	153,141	34,560	23,380	211,081^{c}	0.95^{f}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e และ f เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 6 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 99 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
99	132	62,545	178,800	47,180	288,525^{d}	0.91^{a}
	165	80,133	112,880	28,980	221,993^{b}	0.94^{b}
	198	97,416	80,160	21,980	199,556^{a}	0.96^{bc}
	231	115,793	63,840	18,480	198,113^{a}	0.96^{cd}
	264	134,486	53,120	13,300	200,906^{a}	0.97^{de}
	297	151,284	44,960	10,500	206,744^{a}	0.98^{de}
	330	168,902	39,200	10,360	218,462^{b}	0.98^{de}
	363	188,254	34,640	7,280	230,174^{c}	0.99^{e}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d และ e เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 7 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 132 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
132	165	96,204	178,800	9,520	284,524[a]	0.98[a]
	198	114,477	112,880	6,160	233,517[a]	0.99[ab]
	231	131,934	80,160	6,440	218,534[a]	0.99[ab]
	264	150,388	63,760	3,500	217,648[b]	0.99[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a และ b เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 4 - 7 การกำหนดค่าของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (Maximum Level, S) เพื่อใช้เป็นค่าในการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆ โดยใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น โดยจะกำหนดบนพื้นฐานของค่าความต้องการ (Demand) ซึ่งมีการกระจายแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยที่ 1000 กิโลกรัมต่อเดือน (ในที่นี้กำหนดให้ 1 เดือน มี 30 วัน) โดยเมื่อนำมาคำนวณเป็นความต้องการรายวันจะได้ค่าความต้องการเท่ากับ 33 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ค่า 33 กิโลกรัมต่อวันเพื่อเป็นค่าพื้นฐานแทน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการคำนวณ และในการกำหนดการเพิ่มขึ้นของระดับของจุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด จะทำการพิจารณาเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าจากค่าความต้องการพื้นฐานดังกล่าว (33 กิโลกรัมต่อวัน) ทั้งนี้เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่มีต่อต้นทุนรวม (Total Cost) และระดับการให้บริการ (Service Level)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสถานการณ์ต่างๆดังแสดงในตารางที่ 4 - 7 ในภาพรวมจะพบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษา (Holding Cost) มีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก (Shortage Cost) จะมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนระดับการให้บริการจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้นเนื่องจากวัตถุดิบคงคลังเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการที่เกิดขึ้นได้

เมื่อพิจารณาข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4 - 7 ในส่วนของรายละเอียดเพิ่มขึ้น จะพบว่าต้นทุนรวม (Total Cost) ในขณะที่ทำการแปรผันระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (Maximum Level, S) จากค่าน้อยไปมาก ณ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) คงที่ที่ระดับใดๆ นั้น มีแนวโน้มลดลงแล้วจะมีกลับมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับของวัตถุดิบในคลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการมากขึ้นส่งผลให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณามูลค่าของต้นทุนในด้านการเก็บรักษา ต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก พบว่าต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกมีมูลค่าสูงกว่าเมื่อเทียบต่อหน่วย ดังนั้นถ้าสามารถลดในส่วนของต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกได้ ก็สามารถลดต้นทุนรวมลงได้เช่นกัน

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 4 จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นในการพิจารณาระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการเนื่องจากระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) และที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 9 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 297 กิโลกรัม) ให้ระดับการให้บริการสูงสุดที่ 0.90 และต้นทุนรวมที่ 208,880 บาท

พิจารณาในตารางที่ 5 จุดสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมและระดับการให้บริการของแต่ละระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 5 ซึ่งในการพิจารณาเลือกระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมนั้น ต้องพิจารณาว่าองค์กรให้ความสำคัญกับต้นทุนรวมหรือระดับการให้บริการ จาตารางที่ 5 ต้นทุนรวมต่ำสุดที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 7 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 231 กิโลกรัม) มีต้นทุน 188,980 บาท และระดับการให้บริการสูงที่สุดที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 10 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 330 กิโลกรัม) มีระดับการให้บริการที่ 0.95

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 6 จุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีจำนวนต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบแต่ละระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด ดังนั้นในการพิจารณาระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน

11 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 363 กิโลกรัม) มีระดับการให้บริการสูงสุดที่ 0.99 แต่เมื่อพิจารณาทั้งต้นทุนรวมและระดับการให้บริการร่วมกัน พบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสม คือ ที่ระดับวัตถุดิบสูงสุดที่จำนวน 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ต้นทุนรวมที่ 200,906 บาท และ 206,744 บาท ตามลำดับ ระดับการให้บริการที่ 0.97 และ 0.98 ตามลำดับ เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 8 เท่า และ 9 เท่า มีต้นทุนรวมและระดับการให้บริการที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 7 จุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า และ 8 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม และ 264 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และระดับการให้บริการสูงสุดที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 8 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 264 กิโลกรัม) คือ ระดับการให้บริการที่ 0.99

จากตารางที่ 4 - 7 จะเห็นว่าจุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดในแต่ละจุดมีต้นทุนรวมและระดับการให้บริการที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการพิจารณาว่าควรเลือกจุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดให้เหมาะสมนั้นขึ้นกับนโยบายในการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังขององค์กรว่าจะให้ความสำคัญกับต้นทุนหรือระดับการให้บริการ ซึ่งในบางองค์กรอาจจะให้ความสำคัญกับทั้ง 2 กรณี ตัวอย่างเช่น บริษัท ABC Food จำกัด ต้องการระดับการให้บริการของวัตถุดิบคงคลังที่ 0.95 ขึ้นไปโดยมีต้นทุนรวมต่ำสุด ต้องเลือกจุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 231 กิโลกรัม โดยให้ต้นทุนรวมที่ 198,113 บาท ระดับการให้บริการที่ 0.96 เป็นต้น

ตารางที่ 8 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 33 กิโลกรัม

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	66	18,842	148,560	213,500	380,902[d]	0.58[a]
	99	33,859	99,200	141,120	274,179[c]	0.72[b]
	132	49,046	74,400	106,680	230,126[b]	0.79[c]
	165	65,456	59,760	85,260	210,476[a]	0.83[d]
	198	83,307	49,840	71,400	204,547[a]	0.86[e]
	231	100,124	42,880	61,040	204,044[a]	0.88[ef]
	264	117,664	37,360	53,060	208,084[a]	0.89[fg]
	297	136,677	33,360	45,780	215,817[ab]	0.91[g]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e, f และ g เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 9 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 66 กิโลกรัม

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
66	66	40,165	148,800	122,500	311,465[b]	0.76[a]
	99	56,112	99,280	79,800	235,192[a]	0.84[b]
	132	73,418	74,720	57,400	205,538[a]	0.89[c]
	165	91,499	59,920	45,220	196,639[a]	0.91[cd]
	198	107,288	49,840	40,320	197,448[a]	0.92[cd]
	231	124,437	42,880	33,460	200,777[a]	0.93[d]
	264	142,358	37,520	30,100	209,978[a]	0.94[d]
	297	160,733	33,440	25,340	219,513[a]	0.95[d]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c และ d เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 10 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 99 กิโลกรัม

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
99	66	68,936	149,120	60,200	278,256[b]	0.88[a]
	99	88,401	99,680	27,580	215,661[a]	0.95[b]
	132	105,597	74,880	20,160	200,637[a]	0.96[bc]
	165	123,480	60,000	17,360	200,840[a]	0.97[bc]
	198	141,174	49,920	13,860	204,954[a]	0.97[c]
	231	158,374	42,960	12,320	213,654[a]	0.98[c]
	264	175,985	37,680	11,060	224,725[ab]	0.98[c]
	297	196,266	33,440	8,820	238,526[ab]	0.98[c]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b และ c เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 11 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 132 กิโลกรัม

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
132	66	101,752	149,600	25,060	276,412[e]	0.95[a]
	99	122,243	99,920	8,960	231,123[ab]	0.98[b]
	132	139,823	74,960	5,600	220,383[a]	0.99[b]
	165	157,406	60,000	4,900	222,306[a]	0.99[b]
	198	175,924	50,080	3,640	229,644[a]	0.99[b]
	231	193,613	43,040	3,920	240,573[b]	0.99[b]
	264	210,628	37,760	3,220	251,608[c]	0.99[b]
	297	227,578	33,600	4,480	265,658[d]	0.99[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b และ c เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 8 - 11 การกำหนดค่าของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) เพื่อใช้เป็นค่าในการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆ โดยใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น จะกำหนดบนพื้นฐานของค่าความต้องการ (Demand) ซึ่งมีการกระจายแบบปกติและมีค่าเฉลี่ยที่ 1000 กิโลกรัมต่อเดือน (ในที่นี้กำหนดให้ 1 เดือน มี 30 วัน) โดยเมื่อนำมาคำนวณเป็นความต้องการรายวันจะได้ค่าความต้องการเท่ากับ 33.33 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ค่า 33 กิโลกรัมต่อวันเป็นค่าพื้นฐานแทน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการคำนวณ และในการกำหนดระดับการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและระดับสูงสุดของวัตถุดิบคงคลัง จะทำการพิจารณาเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าจากค่าความต้องการพื้นฐานดังกล่าว (33 กิโลกรัมต่อวัน) ทั้งนี้เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและระดับสูงสุดของวัตถุดิบคงคลังที่มีต่อต้นทุนรวม (Total Cost) และระดับการให้บริการ (Service Level) เหมือนกับการทดสอบสถานการณ์ต่างๆ ของนโยบาย (s, S) ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสถานการณ์ต่างๆดังแสดงในตารางที่ 8 - 11 ในภาพรวม จะพบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษา (Holding Cost) มีแนวโน้มสูงขึ้น ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อ (Ordering Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก (Shortage Cost) จะมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนระดับการให้บริการจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้นเนื่องจากวัตถุดิบคงคลังเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการที่เกิดขึ้นได้

เมื่อพิจารณาข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 8 - 11 ในส่วนของรายละเอียดเพิ่มขึ้น พบว่าต้นทุนรวม (Total Cost) ในขณะที่ทำการแปรผันปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) จากค่าน้อยไปมาก ณ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) คงที่ที่ระดับใดๆ นั้น มีแนวโน้มลดลงแล้วจะมีกลับมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น และเมื่อระดับของวัตถุดิบในคลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการย่อมมีมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณามูลค่าของต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก จะพบว่าต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกมีมูลค่าสูงกว่าเมื่อเทียบต่อหน่วย ดังนั้นหากสามารถลดในส่วนของต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกได้ ก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนรวมลงได้เช่นกัน

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 8 จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า และ 8 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม และ 264 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือ มีต้นทุนรวม 210,476 บาท 204,547 บาท 204,044 บาท และ 208,084 บาท ตามลำดับ ดังนั้นในการพิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการเนื่องจากระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า และ 8 เท่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และที่ปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 297 กิโลกรัม) ให้ระดับการให้บริการสูงสุดที่ 0.91 และต้นทุนรวมที่ 215,817 บาท

พิจารณาในตารางที่ 9 จุดสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อ ที่จำนวน 3 เท่า 4 เท่า 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังนั้นในการพิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการ ซึ่งระดับการให้บริการสูงสุดคือที่ปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อ 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) คือ ระดับการให้บริการที่ 0.93, 0.94 และ 0.95 ตามลำดับ

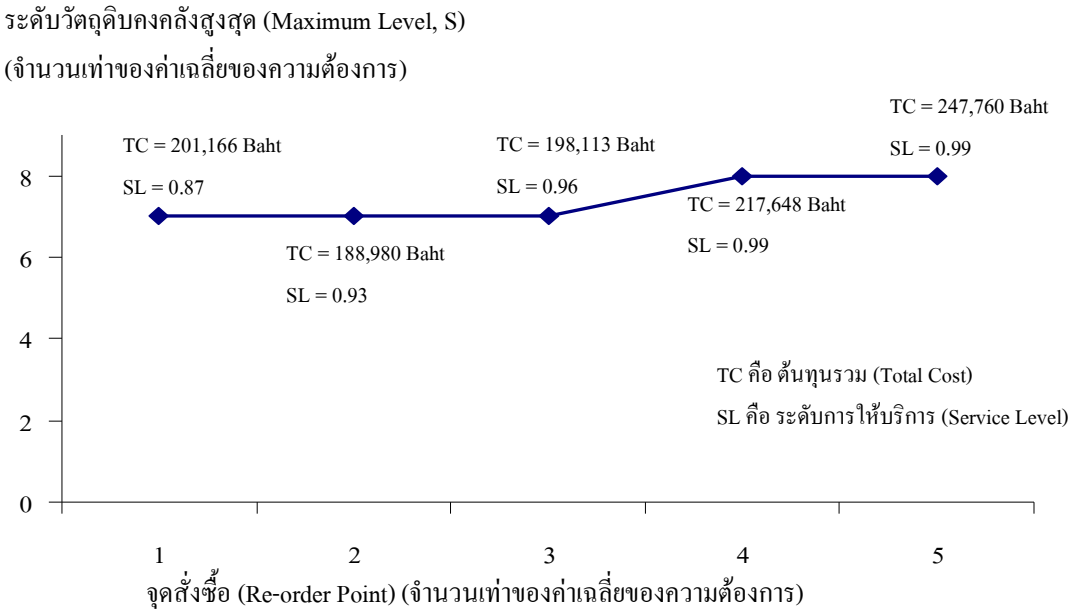
เมื่อพิจารณาในตารางที่ 10 จุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 3 เท่า 4 เท่า 5 เท่า 6 เท่า และ 7 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม และ 231 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อ ที่จำนวน 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาทั้งต้นทุนรวมและระดับการให้บริการร่วมกัน พบว่าปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสม คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 6 เท่า และ 7 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 198 กิโลกรัม และ 231 กิโลกรัม) มีต้นทุนรวม 204,954 บาท และ 213,654 บาท ตามลำดับ มีระดับการให้บริการ 0.97 และ 0.98 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 11 จุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม พบว่าระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อ ที่จำนวน 3 เท่า 4 เท่า 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือ ระดับการให้บริการที่ 0.99 ดังนั้นในการพิจารณา

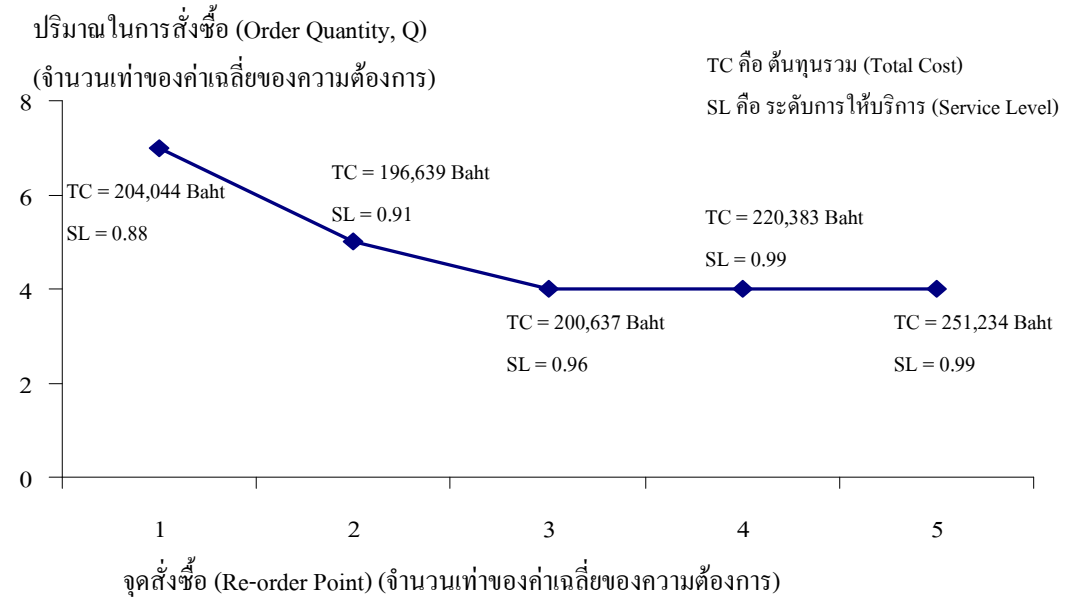
ปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากต้นทุนรวมต่ำที่สุด จากตารางที่ 11 พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 4 เท่า 5 เท่า และ 6 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม และ 198 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีต้นทุนรวมต่ำสุด คือ 220,383 บาท 222,306 บาท และ 229,644 บาท ตามลำดับ

จากตารางที่ 8 - 11 จะเห็นว่าจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อในแต่ละจุดมีต้นทุนรวมและระดับการให้บริการที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการพิจารณาว่าควรเลือกจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อให้เหมาะสมนั้นขึ้นกับนโยบายในการบริหารจัดการวัตถุดิบคงคลังขององค์กรว่าจะให้ความสำคัญกับต้นทุนหรือระดับการให้บริการ ซึ่งในบางองค์กรอาจจะให้ความสำคัญกับทั้ง 2 กรณี ตัวอย่างเช่น บริษัท ABC Food จำกัด ต้องการระดับการให้บริการของวัตถุดิบคงคลังที่ 0.95 ขึ้นไปโดยมีต้นทุนรวมต่ำสุด ต้องเลือกจุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม โดยให้ต้นทุนรวมที่ 200,637 บาท ระดับการให้บริการที่ 0.96 หรือต้องการระดับการให้บริการสูงสุด คือ 0.99 ต้องเลือกจุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม โดยให้ต้นทุนรวมที่ 220,383 บาท

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4 – 11 ข้างต้น พบว่าแนวโน้มของสถานการณ์ (Scenarios) ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดของนโยบาย (s, S) เป็นสถานการณ์ที่จำนวนเท่าของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งแปรผันตามจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 28 เส้นกราฟมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่วนนโยบาย (s, Q) แนวโน้มของสถานการณ์ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเป็นสถานการณ์ที่จำนวนเท่าของปริมาณในการสั่งซื้อมีแนวโน้มลดลงซึ่งแปรผกผันกับจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 29 ดังนั้นจากการทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Running Simulation Model) โดยใช้กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัด ในทั้งสองนโยบาย คือ นโยบาย (s, Q) และนโยบาย (s, S) และจากภาพที่ 28-29 พบว่า ที่จุดสั่งซื้อเดียวกันและมีระดับการให้บริการที่เท่ากัน โดยพิจารณาที่ระดับการให้บริการสูงกว่า 0.95 นโยบาย (s, S) มีต้นทุนรวมต่ำกว่านโยบาย (s, Q) และพิจารณาเมื่อระดับการให้บริการเพิ่มขึ้น 1% ส่งผลให้ต้นทุนรวมของนโยบาย (s, S) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 388,283 บาท ส่วนนโยบาย (s, Q) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 429,000 บาท ดังนั้นสำหรับตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบนโยบาย (s, S) มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์น้ำสลัด (กรณีศึกษา) มากกว่านโยบาย (s, Q) เนื่องจากในการเพิ่มระดับการให้บริการขึ้น 1% ต้นทุนรวมของนโยบาย (s, S) ต่ำกว่าต้นทุนรวมของนโยบาย (s, Q)



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อกับจำนวนเท่าของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ให้ต้นทุนรวมต่ำสุดในตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ นโยบาย (s, S)



ภาพที่ 29 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อกับจำนวนเท่าของปริมาณในการสั่งซื้อที่ให้ต้นทุนรวมต่ำสุดในตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา นโยบาย (s, Q)

2.4.2 ตัวแบบจำลองกระบวนการในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (พิจารณาอายุการเก็บรักษา)

ตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น (พิจารณาอายุการเก็บรักษา) มีดังแสดงภาพที่ 27 ซึ่งใช้วัตถุดิบไข่ไก่ (ใช้เป็นไข่แดงเหลวพาสเจอร์ไรส์) เป็นตัวแทนของวัตถุดิบที่มีอายุการเก็บรักษายาวนาน การกำหนดค่าตัวแปรในตัวแบบจำลอง คือ ความต้องการมีพฤติกรรมแบบฤดูกาลและมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) ที่มีค่าเฉลี่ย 1000 กิโลกรัมต่อเดือนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 300 กิโลกรัมต่อเดือน โดยรันตัวแบบจำลองเป็นเวลา 360 วัน ซึ่งในตัวแบบจำลองนโยบาย (s, S) จะทำการเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 ตัวแปร คือ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และระดับสูงสุดของวัตถุดิบคงคลัง (Maximum Level, S) ส่วนนโยบาย (s, Q) จะเปลี่ยนแปลงตัวแปร 2 ตัวแปร คือ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และปริมาณในการสั่งซื้อต่อครั้ง (Order Quantity, Q) ซึ่งผลการทดลองจากตัวแบบจำลองสถานการณ์ของทั้ง 2 นโยบาย มีดังแสดงในตารางที่ 12 - 15 สำหรับนโยบาย (s, S) แสดงในตารางที่ 16 - 19 สำหรับนโยบาย (s, Q) และต้นทุนของการจัดการวัตถุดิบคงคลัง (วัตถุดิบไข่ไก่) มีรายละเอียดดังนี้

- ต้นทุนในการสั่งซื้อ 1,000 บาท ต่อครั้ง
- ต้นทุนในการเก็บรักษาวัตถุดิบ 5 บาท ต่อกิโลกรัม (เก็บที่อุณหภูมิ 0°C - 4°C)
- ต้นทุนเมื่อสินค้าขาดสต๊อก 1,400 บาท ต่อครั้ง (ค่าเสียโอกาสในการรอผลิตน้ำสลัดครีมที่ต้องรอวัตถุดิบ เนื่องจากวัตถุดิบไม่ครบไม่สามารถผลิตได้)
- ต้นทุนเมื่อสินค้าเน่าเสีย 150 บาท ต่อกิโลกรัม (ราคาวัตถุดิบต่อกิโลกรัมบวกกับค่าเก็บรักษาต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 12 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 33 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	66	19,975	234,400	17,970	255,500	527,845^{b}	0.49^{a}
	99	43,099	149,400	65,685	171,780	429,964^{a}	0.66^{b}
	132	71,516	110,200	180,075	139,020	500,811^{ab}	0.72^{c}
	165	103,087	92,400	336,930	120,400	652,817^{c}	0.76^{d}
	198	139,084	82,700	547,650	111,860	881,294^{d}	0.78^{de}
	231	176,454	77,100	789,600	105,700	1,148,854^{e}	0.79^{ef}
	264	217,372	74,300	1,073,685	102,620	1,467,977^{f}	0.80^{ef}
	297	258,843	72,800	1,378,185	101,500	1,811,328^{g}	0.80^{f}
	330	304,112	72,100	1,697,505	100,520	2,174,237^{h}	0.80^{f}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e, f, g และ h เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 13 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 66 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
66	99	53,136	231,500	75,135	122,920	482,691^{a}	0.76^{a}
	132	78,772	153,300	171,825	84,280	488,177^{a}	0.83^{c}
	165	106,595	108,300	320,685	90,580	626,160^{b}	0.82^{bc}
	198	141,014	91,700	523,050	93,520	849,284^{c}	0.81^{bc}
	231	176,707	81,700	780,405	94,500	1,133,312^{d}	0.81^{bc}
	264	219,153	76,600	1,066,065	97,020	1,458,838^{e}	0.81^{b}
	297	261,890	73,800	1,378,500	98,560	1,812,750^{f}	0.80^{b}
	330	307,869	72,600	1,708,695	99,960	2,189,124^{g}	0.80^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e, f และ g เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 14 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 99 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
99	132	100,898	250,800	191,250	46,480	589,428[a]	0.91[d]
	165	131,839	167,100	348,870	27,860	675,669[a]	0.94[f]
	198	153,170	120,400	517,620	36,960	828,150[b]	0.93[e]
	231	186,370	96,000	764,145	64,260	1,110,775[c]	0.87[c]
	264	221,585	83,500	1,050,660	76,580	1,432,325[d]	0.85[b]
	297	261,960	78,100	1,373,640	85,820	1,799,520[e]	0.83[a]
	330	303,599	75,100	1,711,590	92,680	2,182,969[f]	0.82[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e และ f เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 15 การจำลองนโยบาย (s, S) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 132 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
132	165	153,285	265,100	356,430	9,520	784,335[a]	0.98[c]
	198	180,649	170,400	555,150	5,740	911,939[b]	0.99[c]
	231	219,014	141,300	806,505	11,340	1,178,159[c]	0.98[c]
	264	236,736	108,600	1,035,255	34,300	1,414,891[d]	0.93[b]
	297	268,186	89,400	1,330,350	59,220	1,747,156[e]	0.88[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d และ e เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 12 - 15 การกำหนดค่าของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (Maximum Inventory Level, S) ใช้พื้นฐานเดียวกับการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆในตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา และในการกำหนดระดับการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อ

และระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด จะทำการเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าจากค่าความต้องการเฉลี่ยพื้นฐานที่ได้เคยกล่าวไว้ (33 กิโลกรัมต่อวัน) ทั้งนี้เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่มีต่อต้นทุนรวม (Total Cost) และระดับการให้บริการ (Service Level)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสถานการณ์ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 12 - 15 ในภาพรวมจะพบว่าระดับวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ (Holding Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย (Spoilage Cost) มีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการเน่าเสียของวัตถุดิบเมื่อวัตถุดิบคงคลังเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสที่วัตถุดิบเน่าเสียก่อนนำไปใช้ ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ (Ordering Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก (Shortage Cost) จะมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนระดับการให้บริการจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบคงคลังที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบที่เกิดขึ้นและจุดสั่งซื้อที่เพิ่มปริมาณขึ้นทำให้ปริมาณวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบ ทำให้ระดับการให้บริการจะสูงขึ้นระดับหนึ่งตามระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่สูงขึ้น จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณสูงและวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงมีวัตถุดิบบางส่วนที่เน่าเสียและต้องทิ้งไปซึ่งส่งผลให้ปริมาณวัตถุดิบคงคลังลดลงและมีผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบลดลง ทำให้ระดับการให้บริการลดลงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 12 - 15 ในส่วนของรายละเอียดเพิ่มขึ้น จะพบว่าต้นทุนรวม (Total Cost) ในขณะที่ทำการแปรผันระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด (Maximum Level, S) จากค่าน้อยไปมาก ณ จุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) คงที่ที่ระดับใดๆ นั้น มีแนวโน้มลดลงแล้วจะมีกลับมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและยังมีโอกาสทำให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย (Spoilage Cost) สูงขึ้น ซึ่งเมื่อระดับของวัตถุดิบในคลังมีปริมาณเพิ่มขึ้น ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการด้านการผลิตก็จะมากขึ้นทำให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณามูลค่าของต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก พบว่าต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกมีมูลค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบต่อหน่วย ดังนั้นหากสามารถลดในส่วนของต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกได้ก็จะสามารถลดต้นทุนรวมลงได้เช่นกัน แต่ต้นทุนรวมจะลดลงมาระดับหนึ่งแล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นและระดับการให้บริการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งแล้วลดลง เนื่องจากวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณสูงและวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงมีวัตถุดิบบางส่วนที่เน่าเสียและต้องทิ้งไป ดังนั้น

ปริมาณวัตถุดิบคงคลังลดลงและส่งผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบลดลง ทำให้ระดับการให้บริการลดลงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 12 จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า 9 เท่า และ 10 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม 297 กิโลกรัม และ 330 กิโลกรัม) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งในการพิจารณาระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการร่วมด้วยเนื่องจากระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 7 เท่า 8 เท่า 9 เท่า และ 10 เท่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) คือ มีระดับการให้บริการ 0.79, 0.80, 0.80 และ 0.80 ตามลำดับ ดังนั้นระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมโดยมีต้นทุนรวมต่ำสุด คือ 99 กิโลกรัม และมีระดับการให้บริการ 0.66

พิจารณาในตารางที่ 13 จุดสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 3 เท่า และ 4 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 99 กิโลกรัม และ 132 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีต้นทุนรวมต่ำสุด คือ มีต้นทุนรวม 482,691 บาท และ 488,177 บาท และต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า 9 เท่า และ 10 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม 297 กิโลกรัม และ 330 กิโลกรัม) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 4 เท่า 5 เท่า 6 เท่า และ 7 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม และ 231 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า 9 เท่า และ 10 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม 297 กิโลกรัมและ 330 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมที่มีต้นทุนรวมต่ำสุดและมีระดับการให้บริการสูงสุด คือ ที่ระดับวัตถุดิบคงคลัง 132 กิโลกรัม มีต้นทุนรวม 488,177 บาท ระดับการให้บริการ 0.83

จากตารางที่ 14 จุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 4 เท่า และ 5 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 132 กิโลกรัม และ 165 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีต้นทุนรวมต่ำสุด คือ 589,428 บาท และ 675,169 บาท และระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม) มีระดับการให้บริการสูงสุดที่ 0.94

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 15 จุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม) คือ 748,335 บาท ซึ่งมีต้นทุนรวมต่ำสุด และระดับการให้บริการของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า และ 7 เท่า (คือ ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม และ 231 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งมีระดับการให้บริการสูงสุด ดังนั้นในการพิจารณาเลือกระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่เหมาะสมควรเลือกที่ระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุด 165 กิโลกรัม เนื่องจามีระดับการให้บริการสูงที่สุดและมีต้นทุนต่ำที่สุด คือ 748,335 บาท

การพิจารณาใช้จุดสั่งซื้อและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดให้เหมาะสมนั้น ขึ้นกับนโยบายในการจัดการว่าองค์กรให้ความสำคัญกับต้นทุนรวมหรือระดับการให้บริการ ซึ่งบางองค์กรอาจจะให้ความสำคัญกับทั้ง 2 กรณี ตัวอย่างเช่น องค์กรที่เน้นระดับการให้บริการจะเลือกจุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัมและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 198 กิโลกรัม เนื่องจากมีระดับการให้บริการ 0.99 และต้นทุนรวม 911,939 บาท ส่วนองค์กรที่เน้นเรื่องต้นทุนรวมของการจัดการคลังสินค้าในระดับเดียวกันกับเรื่องระดับการให้บริการ (ซึ่งยอมรับในระดับการบริการที่ต่ำลงมาบ้าง แต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ขึ้นไปได้) จะเลือกจุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัมและระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ 132 กิโลกรัม ซึ่งมีระดับการให้บริการ 0.91 แต่ต้นทุนต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์อื่นในระดับที่จุดสั่งซื้อเดียวกัน เป็นต้น

ตารางที่ 16 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 33 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	66	28,809	189,500	38,475	221,060	477,844[a]	0.56[a]
	99	50,786	130,300	94,545	160,160	435,791[a]	0.68[b]
	132	78,163	103,200	200,040	131,460	512,863[a]	0.74[c]
	165	108,244	88,700	352,305	117,880	667,129[b]	0.77[d]
	198	143,374	81,000	555,765	110,040	890,179[c]	0.78[de]
	231	179,588	76,500	799,230	105,280	1,160,598[d]	0.79[e]
	264	217,827	74,100	1,080,720	103,040	1,475,687[e]	0.79[e]
	297	259,070	72,800	1,384,410	101,500	1,817,780[f]	0.80[e]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e และ f เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 17 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 66 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
66	66	72,593	203,500	171,240	120,820	568,153[a]	0.76[a]
	99	82,103	137,200	189,525	87,640	496,468[a]	0.83[bc]
	132	103,183	107,500	283,860	84,840	579,383[a]	0.83[c]
	165	126,815	91,900	429,585	88,900	737,200[b]	0.82[bc]
	198	156,522	83,300	621,465	91,840	953,127[c]	0.82[bc]
	231	188,313	78,000	850,650	96,180	1,213,143[d]	0.81[b]
	264	226,064	75,000	1,118,295	96,460	1,515,819[e]	0.81[b]
	297	267,691	73,500	1,416,750	98,840	1,856,781[f]	0.80[b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e และ f เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 18 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 99 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
99	66	103,253	210,100	232,980	58,660	604,993[a]	0.88[de]
	99	159,899	160,200	528,240	26,180	874,519[bc]	0.95[g]
	132	149,849	118,300	489,990	41,720	799,859[b]	0.92[f]
	165	164,212	99,100	599,580	49,700	912,592[c]	0.90[ef]
	198	182,494	88,000	759,705	69,720	1,099,919[d]	0.86[cd]
	231	210,304	81,500	967,965	78,960	1,338,729[e]	0.84[bc]
	264	240,345	77,100	1,205,355	86,660	1,609,460[f]	0.83[ab]
	297	276,373	75,000	1,485,525	91,700	1,928,598[g]	0.82[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e, f และ g เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 19 การจำลองนโยบาย (s, Q) ของกระบวนการสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาที่จุดสั่งซื้อ (Re-order Point) 132 กิโลกรัม

Re-order point	Maximum level	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
132	66	176,751	239,900	525,390	1,301	943,342[a]	0.96[f]
	99	185,990	164,300	586,155	6,300	942,745[a]	0.99[f]
	132	257,397	147,300	1,055,850	2,660	1,463,207[d]	0.99[f]
	165	221,127	111,500	896,460	28,560	1,257,647[b]	0.94[e]
	198	228,549	96,100	990,945	39,760	1,355,354[c]	0.92[d]
	231	239,716	86,000	1,132,665	61,320	1,519,701[d]	0.88[c]
	264	264,111	81,200	1,347,045	72,380	2,016,648[e]	0.86[b]
	297	290,803	76,700	1,566,405	82,740	2,016,648[f]	0.84[a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b, c, d, e และ f เหมือนกัน จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 16 - 19 การกำหนดค่าของจุดสั่งซื้อ (Re-order Point, s) และปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) ใช้พื้นฐานเดียวกับการทดสอบสถานการณ์ (Scenarios) ต่างๆในตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาของวัตถุดิบ และในการกำหนดระดับการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อ จะทำการพิจารณาเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนเท่าจากค่าความต้องการพื้นฐานดังกล่าว (33 กิโลกรัมต่อวัน) ทั้งนี้เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของจุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อที่มีต่อต้นทุนรวม (Total Cost) และระดับการให้บริการ (Service Level) เหมือนกับการทดสอบสถานการณ์ต่างๆ ของนโยบาย (s, S) ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบสถานการณ์ต่างๆดังแสดงในตารางที่ 16 - 19 ในภาพรวมจะพบว่าปริมาณในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้นทำให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ (Holding Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย (Spoilage Cost) มีแนวโน้มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการเน่าเสียของวัตถุดิบเมื่อวัตถุดิบคงคลังเพิ่มขึ้นจึงมีโอกาสที่วัตถุดิบเน่าเสียก่อนนำไปใช้ ในขณะที่ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ (Ordering Cost) และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก (Shortage Cost) จะมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนระดับการให้บริการจะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบคงคลังเพิ่ม

สูงขึ้นจะส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการด้านการผลิตที่เกิดขึ้นและจุดสั่งซื้อที่เพิ่มปริมาณขึ้นทำให้ปริมาวัตถุดิบคงคลังสูงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบ ทำให้ระดับการให้บริการจะสูงขึ้นระดับหนึ่งตามระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่สูงขึ้น จากนั้นจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณสูงและวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษาที่สั้นจึงมีวัตถุดิบบางส่วนที่เน่าเสียและต้องทิ้งไป ดังนั้นปริมาณวัตถุดิบคงคลังลดลงและส่งผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบลดลง ทำให้ระดับการให้บริการลดลงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 16 - 19 ในส่วนของรายละเอียดเพิ่มขึ้น พบว่าต้นทุนรวม (Total Cost) ในขณะที่ทำการแปรผันปริมาณในการสั่งซื้อ (Order Quantity, Q) จากค่าน้อยไปมาก ณ จุดสั่งซื้อ(Re-order Point, s) คงที่ที่ระดับใดๆ นั้น มีแนวโน้มลดลงแล้วจะมีกลับมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอีก ทั้งนี้เนื่องจากระดับวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆตามปริมาณในการสั่งซื้อวัตถุดิบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบเพิ่มขึ้นและยังมีโอกาสทำให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย (Spoilage Cost) สูงขึ้น และเมื่อระดับของวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการด้านการผลิตน้ำสลัดมากขึ้น มีผลให้ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณามูลค่าของต้นทุนในด้านการเก็บรักษาวัตถุดิบ ต้นทุนในการสั่งซื้อวัตถุดิบ ต้นทุนเมื่อวัตถุดิบเน่าเสีย และต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อก พบว่าต้นทุนเมื่อวัตถุดิบขาดสต๊อกมีมูลค่าสูงกว่าเมื่อเทียบต่อหน่วย หากสามารถลดต้นทุนในส่วนของการที่วัตถุดิบขาดสต๊อกได้ก็สามารถลดต้นทุนรวมลงได้เช่นกัน แต่ต้นทุนรวมจะลดลงมาระดับหนึ่งแล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นและระดับการให้บริการมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระดับหนึ่งแล้วลดลง เนื่องจากวัตถุดิบคงคลังมีปริมาณสูงและวัตถุดิบมีอายุการเก็บรักษาสั้น จึงมีวัตถุดิบบางส่วนที่เน่าเสียและต้องทิ้งไป ดังนั้นปริมาณวัตถุดิบคงคลังลดลงและมีผลต่อความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบลดลง ทำให้ระดับการให้บริการลดลงด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาในตารางที่ 16 จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า 3 เท่า และ 4 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม 99 กิโลกรัม และ 132 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีต้นทุนรวมต่ำสุดเมื่อเทียบกับปริมาณในการสั่งซื้ออื่น ณ จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม และในการพิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการร่วมด้วยเนื่องจากระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264

กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีระดับการให้บริการสูงสุด

จากการพิจารณาในตารางที่ 17 จุดสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า 3 เท่า และ 4 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม 99 กิโลกรัม และ 132 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีต้นทุนรวมต่ำสุดเมื่อเทียบกับปริมาณในการสั่งซื้ออื่น ณ จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม และในการพิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการร่วมด้วยเนื่องจากระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีระดับการให้บริการสูงสุด

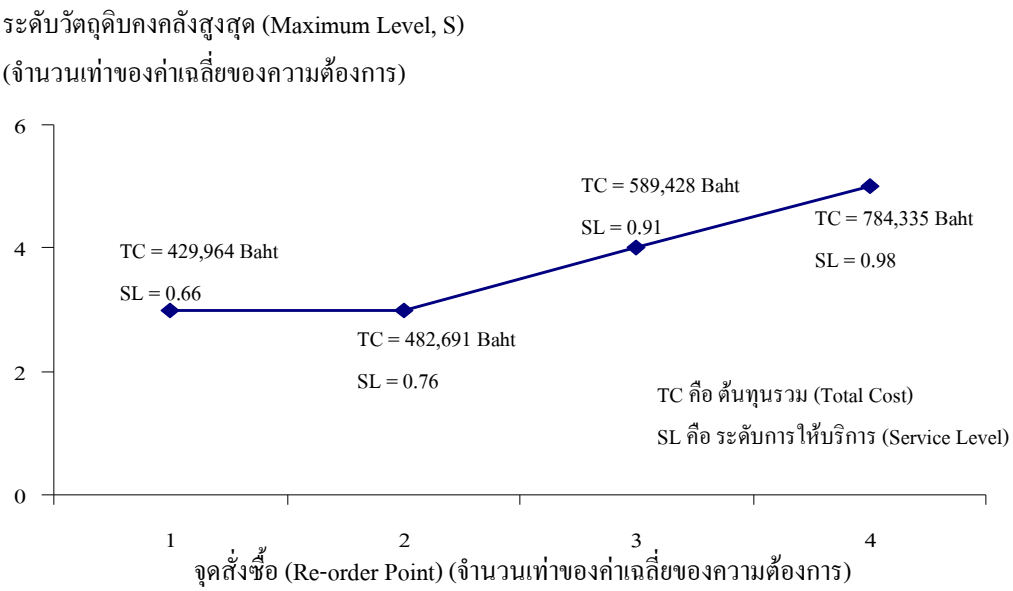
เมื่อพิจารณาในตารางที่ 18 จุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า 3 เท่า 4 เท่า 5 เท่า 6 เท่า 7 เท่า 8 เท่า และ 9 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม 99 กิโลกรัม 132 กิโลกรัม 165 กิโลกรัม 198 กิโลกรัม 231 กิโลกรัม 264 กิโลกรัม และ 297 กิโลกรัม) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อ 66 กิโลกรัม) มีต้นทุนรวมต่ำสุดเมื่อเทียบกับปริมาณในการสั่งซื้ออื่น ณ จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม คือ มีต้นทุนรวม 604,993 บาท แต่มีระดับการให้บริการต่ำ คือ 0.88 ในส่วนของระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อทุกจำนวนเท่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังนั้นในการพิจารณาเลือกปริมาณในการสั่งซื้อควรเลือกที่ปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 3 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อ 99 กิโลกรัม) เนื่องจากมีระดับการให้บริการสูง คือ 0.95 และมีต้นทุนรวมต่ำรองจากปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า คือ มีต้นทุนรวม 874,519 บาท

จากการพิจารณาในตารางที่ 19 จุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม พบว่าต้นทุนรวมของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า และ 3 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม และ 99 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีต้นทุนรวมต่ำสุดเมื่อเทียบกับปริมาณในการสั่งซื้ออื่น ณ จุดสั่งซื้อที่ 33 กิโลกรัม และในการพิจารณาปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากระดับการให้บริการร่วมด้วยเนื่องจากระดับการให้บริการของปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า 3 เท่า และ 4 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม 99 กิโลกรัม และ 132 กิโลกรัม) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และมีระดับการให้บริการสูงสุด ดังนั้นควรเลือกปริมาณในการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่ปริมาณในการสั่งซื้อที่จำนวน 2 เท่า และ 3 เท่า (คือ ปริมาณในการสั่งซื้อที่ 66 กิโลกรัม และ

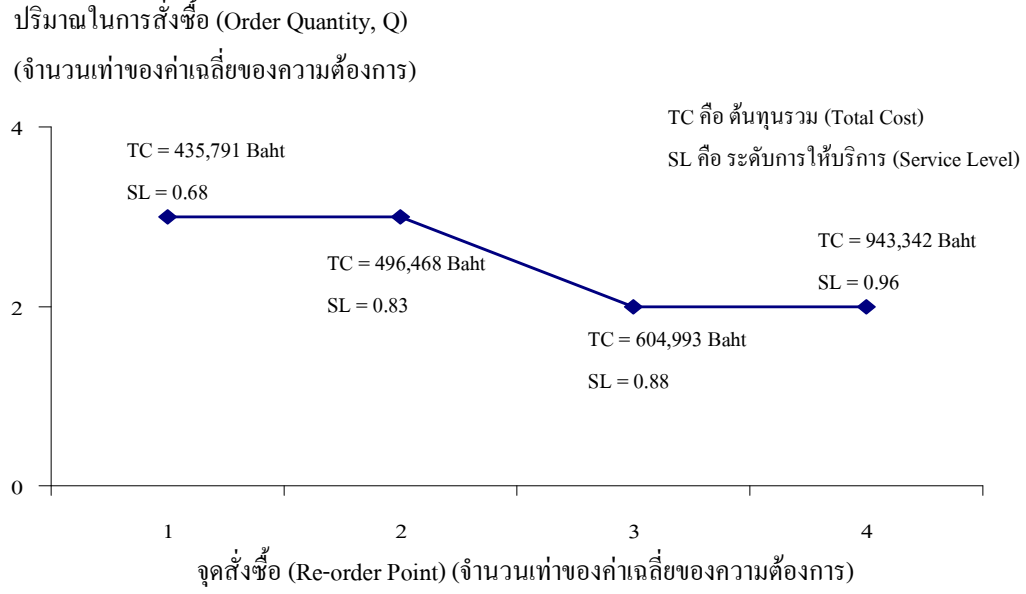
99 กิโลกรัม) เนื่องจากมีต้นทุนรวมต่ำ คือ 943,342 บาท และ 942,745 บาท ตามลำดับ รวมถึงมีระดับการให้บริการที่สูง คือ 0.96 และ 0.99 ตามลำดับ

ในการพิจารณาเลือกใช้จุดสั่งซื้อและปริมาณในการสั่งซื้อให้เหมาะสม จะมีการพิจารณาในหลักการเดียวกับนโยบายข้างต้น โดยตัวอย่างของนโยบายนี้เช่น องค์กรที่เน้นระดับการให้บริการที่ยอดเยี่ยมจะเลือกจุดสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัมและปริมาณในการสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัม เนื่องจากมีระดับการให้บริการที่ 0.99 แต่มีต้นทุนสูงเมื่อเทียบกับสถานการณ์อื่น ส่วนองค์กรที่เน้นในเรื่องต้นทุนรวมของการบริหารจัดการคลังสินค้าเท่าๆกันกับเรื่องระดับการให้บริการ (ซึ่งยอมรับในระดับการบริการที่ต่ำลงมาบ้าง แต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ขึ้นไปได้) จะเลือกจุดสั่งซื้อที่ 99 กิโลกรัมและปริมาณในการสั่งซื้อที่ 132 กิโลกรัม ซึ่งมีระดับการให้บริการที่ 0.92 และมีต้นทุนรวม 799,859 บาท

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 12 - 19 ข้างต้น พบว่าแนวโน้มของสถานการณ์ (Scenarios) ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดของนโยบาย (s, S) เป็นสถานการณ์ที่จำนวนเท่าของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งแปรผันตามจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 30 ในส่วนของนโยบาย (s, Q) มีแนวโน้มของสถานการณ์ที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุดเป็นสถานการณ์ที่จำนวนเท่าของปริมาณในการสั่งซื้อมีแนวโน้มลดลง ซึ่งแปรผกผันกับจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 31 ดังนั้นจากการทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ (Running Simulation Model) โดยใช้กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำสลัด ในทั้งสองนโยบาย คือ นโยบาย (s, Q) และนโยบาย (s, S) และจากภาพที่ 30-31 พบว่า ที่จุดสั่งซื้อเดียวกันและพิจารณาที่ระดับการให้บริการสูงกว่า 0.95 นโยบาย (s, S) มีต้นทุนรวมต่ำกว่านโยบาย (s, Q) เช่นเดียวกับตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา และพิจารณาเมื่อระดับการให้บริการเพิ่มขึ้น 1% ส่งผลให้ต้นทุนรวมของนโยบาย (s, S) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1,110,222 บาท ส่วนนโยบาย (s, Q) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1,812,682 บาท ดังนั้นสำหรับตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบของนโยบาย (s, S) มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์น้ำสลัด (กรณีศึกษา) มากกว่านโยบาย (s, Q) เนื่องจากในการเพิ่มระดับการให้บริการขึ้น 1% ต้นทุนรวมของนโยบาย (s, S) ต่ำกว่าต้นทุนรวมของนโยบาย (s, Q) เช่นเดียวกับตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อกับจำนวนเท่าของระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดที่ให้ต้นทุนรวมต่ำสุดในตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ นโยบาย (s, S)



ภาพที่ 31 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเท่าของจุดสั่งซื้อกับจำนวนเท่าของปริมาณในการสั่งซื้อที่ให้ต้นทุนรวมต่ำสุดในตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ นโยบาย (s, Q)

ขั้นตอนที่ 3 : การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของการสั่งซื้ออย่างประหยัด

ในการรันตัวแบบจำลองสถานการณ์การตั้งค่าของตัวแปรในตัวแบบจำลอง เช่น ปริมาณในการสั่งซื้อแต่ละครั้งสำหรับนโยบาย (s, Q) เป็นต้น อาจจะนำค่ามาจากการคำนวณโดยใช้ตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของการสั่งซื้ออย่างประหยัด หรือใช้ประสบการณ์ในการทำงานเป็นแนวทางในการตั้งค่าของตัวแปรในการรันตัวแบบจำลอง ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเทคนิคหรือเครื่องมือใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาการจัดการวัตถุดิบคงคลังในอุตสาหกรรมเกษตรและข้อมูลของกรณีศึกษาในขั้นตอนที่ 2.4 ข้อมูลในเชิงคุณภาพ เช่น ลักษณะของปัญหา รูปแบบหรือแนวทางการจัดการวัตถุดิบคงคลัง เป็นต้น เป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ทำงาน ส่วนข้อมูลในเชิงปริมาณเป็นข้อมูลจากสมมุติซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลเชิงปริมาณจากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ทำงาน ดังนั้นในการตั้งค่าตัวแปรในตัวแบบจำลองสถานการณ์จึงใช้ตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของการสั่งซื้ออย่างประหยัด การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่พัฒนาจากโปรแกรม ARENA™ ร่วมกับสมการทางคณิตศาสตร์ของตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัด (Fixed Economic Order Quantity; Fixed EOQ) โดยตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัดที่นำมาใช้เป็นตัวแบบสำหรับความต้องการที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time-Varying Demand Pattern) (Silver and Peterson, 1985) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาล โดยมีความแตกต่างจากตัวแบบพื้นฐานตรงที่ค่าของความต้องการเป็นค่าเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา ลักษณะของตัวแบบมีสูตรดังนี้

$$\text{EOQ} = \sqrt{\left(\frac{2A\overline{D}}{\nu r}\right)}$$

เมื่อ A คือ ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง

$\overline{D}$ คือ ความต้องการเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา

ν คือ ราคาต่อหน่วย

r คือ ต้นทุนเก็บรักษาต่อหน่วยต่อหน่วยเวลา

การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัดใช้โจทย์จากกรณีศึกษาในขั้นตอนที่ 2.4 ข้างต้น ซึ่งในตัวแบบจำลองสถานการณ์นั้น การสั่งซื้อวัตถุดิบจะไม่ได้รับวัตถุดิบโดยทันทีที่สั่งซื้อ (Non – Zero Lead Time) ซึ่งในกรณีนี้มีข้อกำหนดที่ตั้งไว้ คือ

- ระยะเวลารอ 1 วัน
- เมื่อสั่งวัตถุดิบแล้วจะได้รับวัตถุดิบทั้งหมดที่สั่งพร้อมกัน

จุดของเวลาที่มีการสั่งซื้อเรียกว่า “จุดสั่งซื้อ” จะเปลี่ยนแปลงไป โดยที่จุดสั่งซื้อเป็นเวลาที่มีวัตถุดิบคงคลัง = (ระยะเวลาที่ต้องรอวัตถุดิบ) x (ความต้องการต่อหน่วยเวลา) (สุธี ขวัญเงิน, 2549) หรือสูตร

$$\text{Re-order point} = Ld$$

กำหนดให้

L = ระยะเวลาที่ต้องรอวัตถุดิบที่สั่ง (Lead Time)

d = ความต้องการต่อหน่วยเวลา

จากสูตรการคำนวณหาจุดสั่งซื้อในสมการข้างต้นเป็นสมการจากสูตรการคำนวณหาจุดสั่งซื้อพื้นฐานซึ่งมีความต้องการคงที่ แต่ในงานวิจัยนี้ความต้องการมีลักษณะเป็นแบบฤดูกาล ดังนั้นความต้องการที่ใช้ในการคำนวณจึงใช้ความต้องการเฉลี่ย โดยสูตรการคำนวณหาจุดสั่งซื้อมีลักษณะดังนี้

$$\text{Reorder point} = L\bar{d}$$

กำหนดให้

L = ระยะเวลาที่ต้องรอวัตถุดิบที่สั่ง (Lead Time)

$\bar{d}$ = ความต้องการเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา

การประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับตัวแบบการสั่งซื้ออย่างประหยัดโดยใช้โจทย์จากกรณีศึกษา จะสามารถใช้ได้กับนโยบาย (s, Q) เท่านั้น ส่วนนโยบาย (s, S) ไม่สามารถนำมาใช้ได้ เนื่องจากไม่มีการกำหนดปริมาณการซื้อที่แน่นอน แต่จะมีการกำหนดระดับวัตถุดิบคงคลังสูงสุดแทน

จากกรณีศึกษาเป็นการจัดการวัตถุดิบคงคลังของผลิตภัณฑ์น้ำสลัดมีวัตถุดิบ 5 ชนิด ในขั้นตอนนี้ขอยกตัวอย่างประยุกต์ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ร่วมกับตัวแบบสมการทางคณิตศาสตร์ของการสั่งซื้ออย่างประหยัดของวัตถุดิบน้ำตาลสำหรับตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา และวัตถุดิบไข่ไก่สำหรับตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา ซึ่งจากตัวแบบจำลองสถานการณ์การสั่งซื้อวัตถุดิบตามนโยบาย (s, Q) ทำให้ทราบความต้องการที่เกิดขึ้นในระยะ 1 ปี ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ความต้องการที่มีพฤติกรรมแบบฤดูกาลในช่วงระยะเวลา 1 ปี (แสดงผลเป็นรายเดือน)

เดือน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ความต้องการ (กิโลกรัม)	610	981	1146	794	485	238	1075	756	1447	1430	970	1862

จากตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของความต้องการ คือ 983 กิโลกรัม ($\overline{D}$) ซึ่งจากกรณีศึกษาสำหรับตัวแบบจำลองที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษา โดยยกตัวอย่างวัตถุดิบน้ำตาลทราย ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง 800 บาท (A) ต้นทุนเก็บรักษา 3 บาทต่อกิโลกรัมต่อปี (r) และราคาวัตถุดิบต่อหน่วย คือ 18 บาท (v) (ข้อมูลข้างต้นเป็นข้อมูลที่สมมุติขึ้นเพื่อการประยุกต์ร่วมกัน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมเมื่อนำไปใช้ในกรณีศึกษาอื่นๆ) จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อได้ ดังนี้

$$\text{EOQ} = \sqrt{\left(\frac{2A\overline{D}}{vr}\right)}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times 800\times 983}{18\times 1}}$$

$$= 296 \text{ กิโลกรัม}$$

และความต้องการเฉลี่ยที่ใช้คำนวณเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อวัน คือ 983/30 = 33 กิโลกรัม

Reorder point = $L\overline{d}$

= 1 x 33

= 33 กิโลกรัม

จากข้อมูลการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อ สามารถนำค่าที่คำนวณได้ทั้งสองค่าไปใช้ในการตั้งค่าตัวแปรในตัวแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนรวมของการดำเนินงานและระดับการให้บริการของทั้งตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบน้ำตาลทราย) ดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการประยุกต์ใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อที่คำนวณได้ ในตัวแบบจำลองสถานการณ์การสั่งซื้อวัตถุดิบที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบน้ำตาลทราย) นโยบาย (s, Q)

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	296	135,761	33,440	46,760	215,961	0.91

จากตารางที่ 21 จะพบว่าทั้งตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบน้ำตาลทราย) สามารถใช้หาต้นทุนการจัดการวัตถุดิบคงคลังในแต่ละส่วน รวมถึงต้นทุนรวมและระดับการให้บริการได้

จากตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของความต้องการ คือ 983 กิโลกรัม ($\overline{D}$) ซึ่งจากกรณีศึกษาสำหรับตัวแบบจำลองที่พิจารณาอายุการเก็บรักษา โดยยกตัวอย่างวัตถุดิบไข่ไก่ ต้นทุนในการสั่งซื้อต่อครั้ง 1,000 บาท (A) ต้นทุนเก็บรักษา 5 บาทต่อกิโลกรัมต่อปี (r) และราคาวัตถุดิบต่อหน่วย คือ 130 บาท (v) (ข้อมูลข้างต้นเป็นข้อมูลที่สมมุติขึ้นเพื่อการประยุกต์ร่วมกัน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสมเมื่อนำไปใช้ในกรณีศึกษาอื่นๆ) จากข้อมูลข้างต้นสามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อได้ ดังนี้

$$EOQ = \sqrt{(\frac{2A\overline{D}}{vr})}$$

$$= \sqrt{\frac{2\times1000\times983}{130\times1}}$$

$$= 123 \text{ กิโลกรัม}$$

และความต้องการเฉลี่ยที่ใช้คำนวณเป็นหน่วยกิโลกรัมต่อวัน คือ 983/30 = 33 กิโลกรัม

$$\text{Reorder point} = L\overline{d}$$

$$= 1 \text{ x } 33$$

$$= 33 \text{ กิโลกรัม}$$

จากข้อมูลการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อ สามารถนำค่าที่คำนวณได้ทั้งสองค่าไปใช้ในการตั้งค่าตัวแปรในตัวแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อวิเคราะห์หาต้นทุนรวมของการดำเนินงานและระดับการให้บริการของทั้งตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบไข่ไก่) ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการประยุกต์ใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อที่คำนวณได้ ในตัวแบบจำลองสถานการณ์การสั่งซื้อวัตถุดิบที่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบไข่ไก่) นโยบาย (s, Q)

Re-order point	Order Quantity	Holding cost	Ordering cost	Spoilage cost	Shortage cost	Total cost	Service level
33	123	70,270	108,900	163,620	138,180	480,970	0.73

จากตารางที่ 22 จะพบว่าทั้งตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่ไม่พิจารณาอายุการเก็บรักษาวัตถุดิบ (วัตถุดิบไข่ไก่) สามารถใช้หาต้นทุนการจัดการวัตถุดิบคงคลังในแต่ละส่วน รวมถึงต้นทุนรวมและระดับการให้บริการได้ ซึ่งผลการรันตัวแบบจำลอง พบว่ามีระดับการให้บริการที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ในการประยุกต์ใช้จริงในการจัดการคลังวัตถุดิบ อาจต้องมีการเพิ่มระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ซึ่งผลการรันตัวแบบจำลอง พบว่ามีระดับการให้บริการที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้ในการประยุกต์ใช้จริงในการจัดการคลังวัตถุดิบ อาจต้องมีการเพิ่มระดับวัตถุดิบคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock) ในการรันตัวแบบจำลองทำการคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{Re-order Point} = L\bar{d} + \text{Safety Stock}$$

จากการคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดโดยใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematic Model) ข้างต้น จะเห็นว่าสามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อเป็นจำนวนที่แน่นอนได้ แต่อย่างไรก็ตาม ตัวแบบทางคณิตศาสตร์จะไม่สามารถพิจารณาต้นทุนในแต่ละส่วนที่เกิดขึ้นและไม่สามารถมองเห็นภาพรวมของการจัดการวัตถุดิบคงคลังได้ ซึ่งแม้ว่าในการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA™ ผู้ใช้จะต้องหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อจากการคาดการณ์ด้วยประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อกำหนดค่าตัวแปรเริ่มต้นของปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดและจุดสั่งซื้อ แต่เทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA™ จะทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพรวมของการจัดการวัตถุดิบคงคลังและสามารถเห็นต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมในการจัดการได้

จากการประยุกต์ทั้งสองเทคนิคร่วมกัน คือ การใช้สมการทางคณิตศาสตร์ร่วมกับเทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ARENA™ จะเห็นว่าทั้งสองเทคนิคมีข้อดีที่แตกต่างกัน ซึ่งการประยุกต์ใช้ทั้งสองเทคนิคนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อดีของแต่ละเทคนิคมาใช้ร่วมกันทำให้การจัดการวัตถุดิบคงคลังมีประสิทธิภาพมากขึ้น