รายงานผลการวิจัย

การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์

Aggregate Planning for Optimal Production Quantity under Uncertainty Demand : Case Study of Food Animals Industry

นายดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถิ์

นายพิษณุ ทองขาว

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณ ปี พ.ศ. 2553

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ร.ศ. ดวงสุดา เตโชติรส อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ผ.ศ. วัลลภ ภูผา คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนการทำงานวิจัยของอาจารย์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มาตั้งแต่เริ่มต้น ขอขอบคุณ อาจารย์กฤษฎา เหล็กดี อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ผู้จัดการ วิศวกร และพนักงานโรงงานอาหารสัตว์ในเขตจังหวัดนครราชสีมา ที่ช่วยในเรื่องของข้อมูล เป็นอย่างดี

ท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ได้ให้ทุนสนับสนุน จนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

ชื่อเรื่อง : การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์

ผู้วิจัย : ดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถิ์ และ พิษณุ ทองขาว

พ.ศ. : 2553

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ หาการแจกแจงปริมาณความต้องการใช้อาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ หาปริมาณการผลิตที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า ข้อมูลราคาขายส่งอาหารสัตว์ ข้อมูลต้นทุนในการจัดเก็บอาหารสัตว์ต่อหน่วย ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับต้นทุนในกรณีที่สินค้าขาดต่อหน่วย ซึ่งได้แก่ ค่าปรับ ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการทำงานล่วงเวลา ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบกรณีเร่งด่วนในแต่ละเดือน ของปี พ.ศ. 2551-2552 จากโรงงานตัวอย่างในจังหวัดนครราชสีมา และนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์หาแจกแจงปริมาณความต้องการใช้อาหารสัตว์ในแต่ละเดือน หาอัตราค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บต่อหน่วยในแต่ละเดือน ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าย้อนหลังในแต่ละเดือน หลังจากนั้นนำค่าต่างๆที่ได้มาคำนวณในตัวแบบกำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตรวม เพื่อหาปริมาณการผลิตที่เหมาะสม เพื่อทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด ซึ่งในการหาคำตอบได้ทำการเขียนอัลกอริทึมในโปรแกรมสำเร็จรูป MATLAB และใช้คำสั่งในกล่องเครื่องมือของซอฟต์แวร์ที่ชื่อ Linprog โดยให้ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และกำหนดจำนวนเลขสุ่มตามการแจกแจงแบบที่ทดสอบมาได้

ผลการวิจัยพบว่าการแจกแจงปริมาณความต้องการใช้อาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่เป็นแบบปกติทุกเดือน (เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม) ค่าปริมาณการผลิตเฉลี่ยเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมคือ 10936.94, 12913.74, 11898.12, 13096, 15443.26, 14916.33, 10322.64, 10818.21, 11393.11, 11700.72, 9706.05 และ 11702.05 ตามลำดับ ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดรวมทั้ง12 เดือนเฉลี่ยเท่ากับ 62,422,386.98 บาท

คำสำคัญ: การแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ กำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้น การผลิตที่เหมาะที่สุด

Title : Aggregate Planning for Optimal Production Quantity under Uncertainty Demand : Case Study of Food Animals Industry

Researcher: Damrongrit Balasuvatthi and Pitsanu Tongkhow

Year : 2010

Abstract

The objectives of this research were to find the distribution of food demand for laying hens and to find the optimum amount of that food production which had minimum cost. The data consisted of customer purchase orders for the food of laying hens, price of food for laying hens, cost per unit for the food inventory, cost related to food of laying hens in which the food was out of stock, such as fine, overtime, urgent purchase for material. They were collected in 2008-2009 form a factory in Nakhonratchasima province.

The collected data were analized in order to explore the distribution of the monthly food demand for the laying hens and to see the rate of inventory per unit. The results were used in the stochastic linear programming model for aggregate planning in which the optimum production, minimum cost, could be obtained. Programming algorithm in MATLAB and tools in Linprog software were used to get the solution. The distribution of the food demand for laying hens and the random numbers were used in the model.

The study found that the distribution of food demand for laying hens every month has normal distribution (January to December). The monthly average amount of production from January to December were 10936.94, 12913.74, 11898.12, 13096, 15443.26, 14916.33, 10322.64, 10818.21, 11393.11, 11700.72, 9706.05 and 11702.05 respectively. The minimum total cost average for 12months was Baht 62,422,386.98.

Keyword: distribution of food Animals demand, stochastic linear programming, optimization production

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตของการวิจัย	1
สมมุติฐานในการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ทฤษฎีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารสัตว์	3
การทดสอบลักษณะของการแจกแจง	7
การจำลองสถานการณ์	14
กำหนดการเฟ้นสุ่ม	22
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	25
วิธีการดำเนินการศึกษา	26
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	27
ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตรวม	27
ประเมิณผลวิจัย	32
บทที่ 4 ผลการจัย	33
ผลการทดสอบการแจกแจง	33
ผลการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตรวม	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	69

สรุปผลการวิจัย 69
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 70
บรรณานุกรม 71
ประวัติคณะผู้วิจัย 73

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์จัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์มีบทบาทต่อการเพิ่มผลผลิตภาคเกษตรกรรมเป็นอย่างมาก ในขณะที่ราคาอาหารสัตว์ในประเทศไทยกลับมีราคาเพิ่มสูงขึ้นทุกๆปี เนื่องจากต้นทุนด้านวัตถุดิบและต้นทุนด้านการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และโรงงานผลิตอาหารสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณความต้องการสินค้า และค่าใช้จ่ายในการผลิตในแต่ละช่วงเวลามีความไม่แน่นอน

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการวิเคราะห์ระบบการวางแผนการผลิตรวมซึ่งเป็นขบวนการของการพัฒนา วิเคราะห์ และประมาณการตารางการปฏิบัติงานขององค์กรโดยรวมซึ่งจะประกอบไปด้วยการพยากรณ์เป้าหมายการขาย ระดับของการผลิต และระดับของสินค้าคงคลัง เพื่อทำให้การพยากรณ์ปริมาณความต้องการเป็นไปตามที่ต้องการและมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดเพื่อช่วยในการลดต้นทุนการผลิตและทำให้ราคาของอาหารสัตว์มีค่าลดลงได้

ดังนั้นการวางแผนการผลิตรวมที่เหมาะสม ควรจะมีผลกระทบต่อตารางการผลิตและระดับของสินค้าคงคลังในแต่ละวันน้อยที่สุดโดยจะต้องวางแผนการผลิตในแต่ละช่วงเวลาตามปริมาณความต้องการที่ได้พยากรณ์ไว้ซึ่งในแต่ละช่วงเวลาอาจจะมีค่าใช้จ่ายในการผลิต ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและค่าใช้จ่ายกรณีที่เกิดสินค้าไม่พอกับความต้องการ ที่มีค่าใช้จ่ายเท่ากันหรือไม่เท่ากันในแต่ละช่วงเวลา เป็นเหตุทำให้เงื่อนไขบังคับและตัวแปรในการตัดสินใจมีจำนวนมากขึ้นอย่างมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นแบบกำหนดการเป้นสุ่มเชิงเส้นโดยใช้การเขียนโปรแกรมทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการแจกแจงปริมาณความต้องการใช้อาหารสัตว์
2. เพื่อหาปริมาณการผลิตที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่ำสุด

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ประชากร/ตัวอย่าง

โรงงานอาหารสัตว์แห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา ศึกษาเฉพาะอาหารสัตว์ของไก่ไข่ เท่านั้น

สมมุติฐานในการวิจัย

ทราบลักษณะการแจกแจงของปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละเดือน และมีค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อย้อนหลังกรณีของไม่พอกับความต้องการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการหาค่าการแจกแจงของข้อมูลปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในแต่ละเดือนภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน
2. ทราบวิธีการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนโดยการจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา
3. ทราบถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. นำวิธีการที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาด้านอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ในครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหารสัตว์

ประเภทของโรงงานในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์สามารถจำแนกได้ 2กลุ่มใหญ่ๆ คือ โรงงานที่ผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ และโรงงานผลิตอาหารสัตว์แปรรูป ลักษณะทั่วไปของโรงงานผลิตอาหารสัตว์จะประกอบด้วย ที่เก็บวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ หม้อไอน้ำหรือหม้อน้ำมันร้อน ระบบบำบัดกลิ่น เครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องผสม เครื่องอัดเม็ด หม้ออบ เป็นต้น อาหารสัตว์ที่ผลิตมีหลากหลายชนิด ได้แก่ อาหารไก่เนื้อ อาหารไก่ไข่ หมูเล็ก หมูรุ่น หมูเนื้อ และ เป็ดไข่ โดยจะผลิตในรูปหัวอาหารสำเร็จรูปแบบผง และหัวอาหารสำเร็จรูปแบบอัดเม็ด ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังนี้

2.1.1 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์

2.1.1.1 การรับวัตถุดิบ ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์จะมีการใช้วัตถุดิบ ทั้งวัตถุดิบที่แปรรูปแล้วและยังไม่ได้แปรรูป สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้ คือการจัดเก็บวัตถุดิบ เพื่อรอการผลิตไม่ให้เกิดวัตถุดิบค้าง สำหรับโรงงานผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ วัตถุดิบที่ใช้เกือบทั้งหมดเป็นวัตถุดิบสดที่ไม่ผ่านการแปรรูป เช่น ปลาป่น เปลือกกุ้ง สามารถเก็บได้เพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น หากเก็บวัตถุดิบไว้นานจะเกิดการย่อยสลาย และเกิดเชื้อรา แบคทีเรีย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อันจะนำไปสู่ผลกระทบต่อสัตว์ที่บริโภคอาหารสัตว์ได้ และเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นเหม็น นอกจากนี้ ในโรงงานที่ใช้วัตถุดิบสดในการผลิต จะมีกิจกรรมการล้างรถขนส่งวัตถุดิบ รวมถึงการล้างวัตถุดิบที่มีสิ่งเจือปนสูง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง

2.1.1.2 ทำให้สุกโดยความร้อน ในขั้นตอนนี้จะใช้ความร้อนจากหม้อไอน้ำหรือหม้อน้ำมันร้อน เพื่อให้วัตถุ
ดิบสุกและง่ายต่อการบดให้ละเอียด โดยอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบนั้นขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ หากใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปหรือระยะเวลานานเกินไป จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นเหม็นไหม้ ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ กระบวนการอบยังก่อให้เกิดมลพิษอากาศจากเขม่าควันของการเผาไหม้เชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำหรือหม้อน้ำมันร้อน รวมทั้งกลิ่นเหม็นจากการอบวัตถุดิบอีกด้วย
สำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่มีระบบบำบัดกลิ่น ส่วนมากนิยมใช้ระบบบำบัดกลิ่นแบบเปียก (wet scrubber) ซึ่งจะสามารถบำบัดกลิ่นได้เพียงบางส่วนเท่านั้น และยังก่อให้เกิดน้ำเสียจากน้ำที่ใช้บำบัดกลิ่นอีกด้วย

2.1.1.3 ร่อนผ่านตะแกรง วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการอบแล้วจะถูกนำมาร่อน เพื่อแยกวัตถุดิบและสิ่งเจือปนที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงส่วนที่ไม่สามารถบดได้ออก เช่น กระดูกปลาชิ้นใหญ่เป็นต้น ซึ่งทำให้กระบวนการบดมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ จะเกิดปัญหาฝุ่นละอองจากการฟุ้งกระจายของวัตถุดิบระหว่างการร่อน และกากของเสียที่ค้างอยู่บนตะแกรง

2.1.1.4 การบดให้ละเอียด บดวัตถุดิบที่ผ่านตะแกรงให้ละเอียด เพื่อง่ายต่อการผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น โดยการลำเลียงวัตถุดิบด้วยสายพานลำเลียงหรือสกรูลำเลียงควรเป็นระบบปิดเพื่อลดการสูญเสียวัตถุดิบและลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในสถานที่ทำงานอีกด้วย

2.1.1.5 การลดอุณหภูมิ ทำการลดอุณหภูมิของวัตถุดิบที่ผ่านการบดจนละเอียด ให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้อง และไม่สูงกว่า 40 OC โดยใช้น้ำสะอาดในการหล่อเย็น ซึ่งต้องเปลี่ยนน้ำที่ใช้เพื่อป้องกันความสกปรกอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

2.1.1.6 การบรรจุขั้นต้น ทำการบรรจุวัตถุดิบเพื่อส่งมอบให้แก่ลูกค้าหรือส่งไปยังกระบวนการผสมกับวัตถุดิบอื่นต่อไป โดยจะใช้ไซโลในการบรรจุ ซึ่งก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาการสูญเสียวัตถุดิบ และปัญหาฝุ่นละอองในสถานที่ทำงาน

2.1.1.7 การผสม ผสมวัตถุดิบต่างๆ เข้าด้วยกันตามสูตรเฉพาะของแต่ละโรงงาน ซึ่งอาศัยการทำงานของเครื่องจักร โดยการเทวัตถุดิบลงในเครื่องผสมนั้น ก่อให้เกิดฝุ่นละอองของวัตถุดิบที่ฟุ้งกระจาย และเกิดการสูญเสียวัตถุดิบจากการใช้อุปกรณ์ในการขนถ่ายวัตถุดิบ

2.1.1.8 การอัดเม็ด วัตถุดิบที่ผ่านการผสมจะถูกนำมาอัดเม็ดเพื่อให้มีคุณภาพคงที่ โดยอาศัยความชื้นจากไอน้ำร้อนทำให้วัตถุดิบจับตัวและอัดผ่านช่องเล็กๆ โดยเม็ดอาหารสัตว์ที่อัด

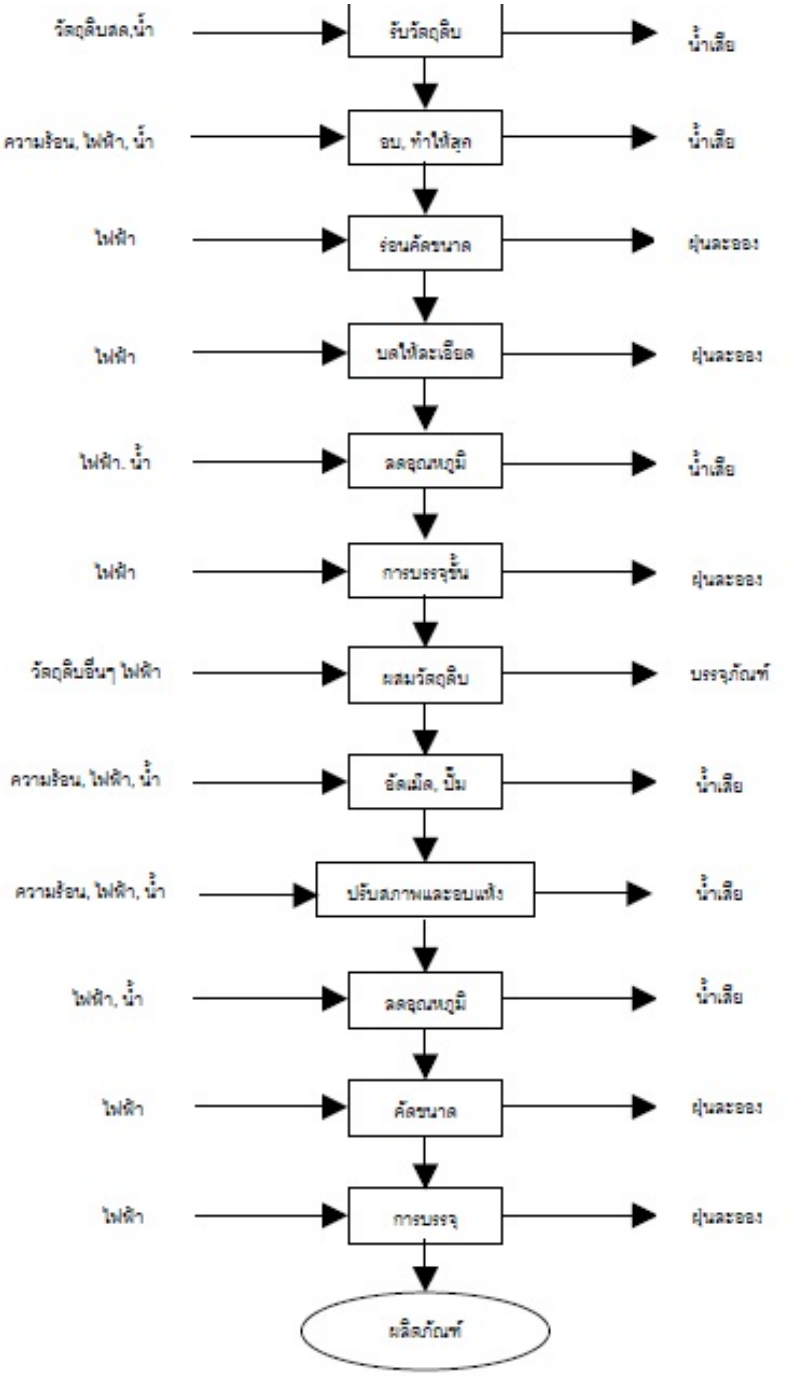
ออกมาจะมีลักษณะที่นิ่มและมีอุณหภูมิสูงทั้งนี้อาจมีอาหารสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานเกิดขึ้น ซึ่งของเสียเหล่านี้จะสามารถนำไปผสมเป็นวัตถุดิบรองในการผลิตครั้งต่อไปได้ นอกจากนี้ในกระบวนการอัดเม็ดยังก่อให้เกิดกลิ่นเหม็น ซึ่งจำเป็นต้องทำการบำบัดอีกด้วย

2.1.1.9 ปรับสภาพและอบแห้ง อาหารสัตว์ที่ผ่านการอัดเม็ด ต้องทำการปรับสภาพเพื่อให้ส่วนผสมในอาหารสัตว์นั้นสุก และให้เหมาะกับความต้องการของสัตว์นั้นๆ จากนั้นจึงลดความชื้นในอาหารสัตว์ให้มีค่าประมาณร้อยละ 8 – 15 ซึ่งขั้นตอนนี้จะก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเช่นกัน

2.1.1.10 การทำให้เย็น วัตถุดิบที่ผ่านการอบแห้งยังมีอุณหภูมิที่สูง จึงต้องผ่านการทำให้เย็นเพื่อสะดวกในการบรรจุ โดยอาศัยน้ำเป็นตัวระเหยความร้อนให้อยู่ในอุณหภูมิบรรยากาศ ซึ่งต้องใช้น้ำสะอาดปริมาณมากในการระบายความร้อนและหมุนเวียนในระบบ แต่ทั้งนี้ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายเพื่อป้องกันความสกปรกอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

2.1.1.11 คัดขนาด นำอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการต่างๆ มาคัดขนาดโดยร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ การร่อนคัดขนาดก่อให้เกิดฝุ่นละอองของอาหารสัตว์ซึ่งเป็นการสูญเสียวัตถุดิบ ส่วนอาหารสัตว์ที่ไม่ผ่านตะแกรงก็สามารถนำไปบดอีกรอบ และนำไปผสมเป็นวัตถุดิบในการผลิตครั้งต่อไป

2.1.1.12 การบรรจุและการส่งมอบ การบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์โดยไซโลนั้นก่อให้เกิดการสูญเสียจากการฟุ้งกระจายของอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังต้องนำอาหารสัตว์นั้นไปตรวจสอบคุณภาพ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสี กลิ่น ธาตุอาหารต่างๆ และจัดเก็บผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์โดยต้องควบคุมความชื้น เพื่อป้องกันการเหม็นหืนของอาหารสัตว์ ที่มีส่วนประกอบของไขมันมาก และเพื่อป้องกันเชื้อโรคต่างๆ ในอาหารสัตว์ ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า ขั้นตอนการผลิตดังกล่าวข้างต้นสามารถแสดงในผังกระบวนการผลิตดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตอาหารสัตว์

2.2 การทดสอบลักษณะของการแจกแจง

หรือที่เรียกว่าการทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี (Goodness of Fit Test) ซึ่งมีวิธีทดสอบอยู่ 2 วิธีหลัก ได้แก่ วิธีพาราเมตริก และวิธีนอนพาราเมตริก ในทั้งสองวิธีหลักนี้สามารถแบ่งวิธีทดสอบได้อีกหลายอีกวิธีอีกเช่นกันในที่นี้จะยกตัวอย่างการทดสอบภาวะสารรูปสนิทดีโดยวิธีวิธีนอนพาราเมตริกของของวิธี โคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ (The Kolmogorov – Smirnov Goodness of Fit Test) ซึ่งเป็นวิธีการเปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของตัวอย่างกับฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมทางทฤษฎีบางทฤษฎีว่าตรงกันหรือไม่ สามารถแสดงฟังก์ชันการแจกแจงสะสมของตัวแปรสุ่ม X คือ

$$f(x) = P(X \le x)$$

ซึ่ง $f_T(x)$ แทนฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมทางทฤษฎี

$f_S(x)$ แทนฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมของตัวอย่าง

โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นคือ

- ขนาดตัวอย่างได้มาจากการสุ่ม
- $f_T(x)$ มีการแจกแจงแบบต่อเนื่อง

ข้อสมมติฐานทางสถิติ

ถ้าฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมของตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมทางทฤษฎีก็จะยอมรับสมมติฐานหลักทางสถิติ ว่าตัวอย่างที่ได้ มาจากประชากรที่มีฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมทางทฤษฎี แต่ถ้ามีความแตกต่างกันก็จะปฏิเสธสมมติฐานหลักทางสถิติ สมมติฐานทางสถิติแสดงได้ดังนี้

$$H_0 : F_s(x) = F_T(x) \quad , -\infty < x < \infty$$

$$H_0 : F_s(x) \neq F_T(x) \quad , \text{มี } x \text{ อย่างน้อย 1 ตัว}$$

สถิติที่ใช้ในการทดสอบ

สำหรับความแตกต่างระหว่างฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมของตัวอย่างกับฟังก์ชั่นการแจกแจงสะสมทางทฤษฎี สามารถวัดค่าได้ด้วย สถิติ D ซึ่งคือค่าที่มีความแตกต่างสูงสุด

$$D = \sup_x \left| F_s(x) - F_T(x) \right|$$

โดยที่เราจะปฏิเสธ H_0 ก็ต่อเมื่อ ถ้าค่าสถิติ D มีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากตาราง Quantiles of the Kolmogorov Test Statistic ที่ระดับนัยสำคัญ α ที่ขนาดตัวอย่าง N

2.2.1 ฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution Function)

ฟังก์ชั่นการแจกแจงทางสถิตนั้นมีมากมาย แต่สำหรับในงานวิจัยนี้จะขอยกตัวอย่างฟังก์ชั่นการแจกแจงที่ใช้กันมา 6 ตัวอย่างคือ

2.2.1.1 การแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Probability Distribution)

เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนคนหรือลูกค้าที่มารับบริการ ที่มีฟังก์ชั่นของความน่าจะเป็นคือ

ให้ λ เป็นจำนวนสิ่งที่สนใจที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยในช่วงเวลาหรือขอบเขต จะได้ฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง โดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \quad , \quad x = 0 , 1 , 2 , \ldots$$

$$E(x) = \lambda$$

$$V(x) = \lambda$$

2.2.1.2 การแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเชียล

เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นของการให้บริการ(เช่นลูกค้า) ที่มารับบริการที่มีฟังก์ชั่นของความน่าจะเป็นโดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{\frac{-x}{\beta}} \quad , \quad x > 0$$

$$= 0 \quad , \quad \text{else}$$

$$E(x) = \beta$$

$$V(x) = \beta^2$$

2.2.1.3 การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Uniform Probability Distribution)

เป็นการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เท่าๆกันโดยที่ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีค่าต่างกัน คือ $x_1, x_2, \ldots, x_k$ ด้วยความน่าจะเป็นที่เท่าๆกันและมีพารามิเตอร์ k โดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{b-a} \quad , \quad a < x < b$$

$$= 0 \quad , \quad \text{else}$$

$$E(x) = \frac{a + b}{2}$$

$$V(x) = \frac{(b - a)^2}{12}$$

2.2.1.4 การแจกแจงแบบปกติ (Normal Probability Distribution)

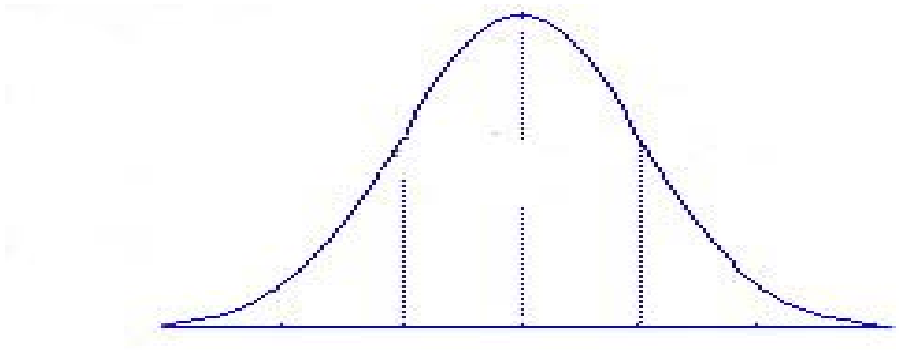
การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ มีการใช้กันมากที่สุด เนื่อง จากข้อมูลส่วนมากมีการแจกแจงแบบปกติหรือใกล้เคียงแบบปกติ โดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad , \quad -\infty \leq x \leq \infty$$

โดยที่ $-\infty \leq \mu \leq \infty$ และ $\sigma > 0$

$$E(x) = \mu$$

$$V(x) = \sigma^2$$



ภาพที่ 2 กราฟฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบปกติ

<u>คุณสมบัติ</u>

1. กราฟของฟังก์ชั่นเป็นรูประฆังคว่ำ
2. สมการ $x = \mu$ เป็นแกนสมมาตร
3. มีจุดสูงสุดอยู่จุดเดียว (unimodel) ที่ $x = \mu$ ค่าสูงสุด คือ $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$
4. ค่า Mean = Median = Mode
5. $\lim_{x\to\infty} f(x) = \lim_{x\to-\infty} f(x) = 0$
6. พื้นที่ใต้กราฟรวมกันทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$
7. $P(X=x) = 0$

<u>การแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (Standard Normal Distribution)</u>

-ก็คือการแจกแจงแบบปกติที่ $\mu = 0$ และ $\sigma^2 = 1$

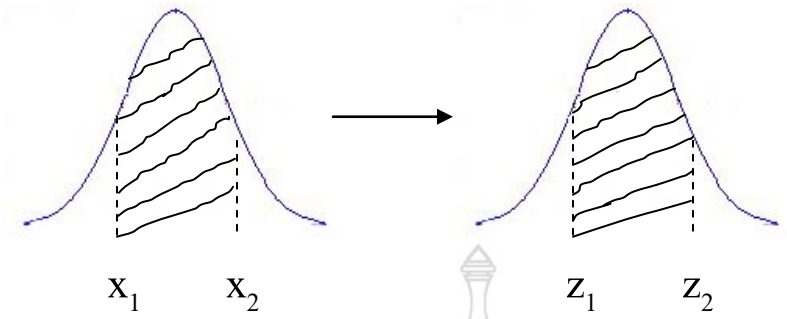
-มี z เป็นตัวแปรสุ่ม (standard random variable) ที่แปลงค่ามาจากตัวแปรสุ่มแบบปกติ x โดยที่

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

เมื่อ $z \sim N(0, 1)$ และ $f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-z^2}{2}}$, $-\infty \le z \le \infty$

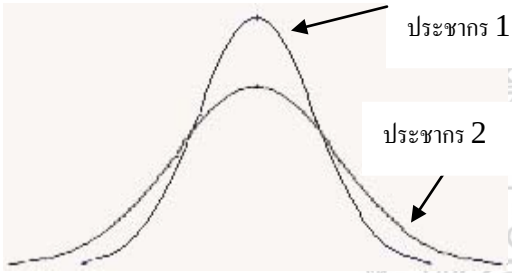
-ในการหา $P(x_1 < x < x_2)$ ก็ปรับค่าเป็น $P(z_1 < z < z_2)$

โดยที่ $z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma}$ และ $z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma}$



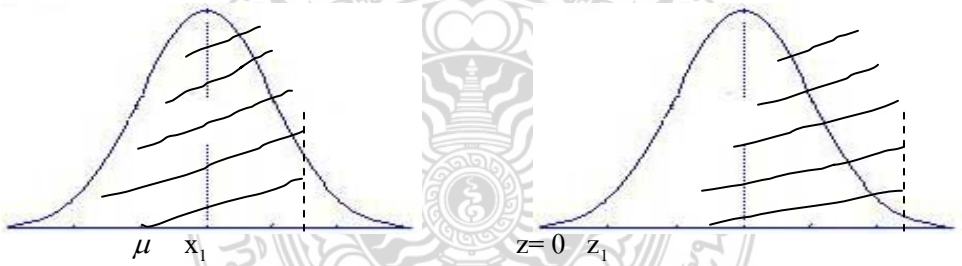
ภาพที่3 การแปลงค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

-การหาค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน สามารถหาค่าได้จาก ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติมาตรฐาน



$\mu_1 = \mu_2$ และ $\sigma_1^2 > \sigma_2^2$

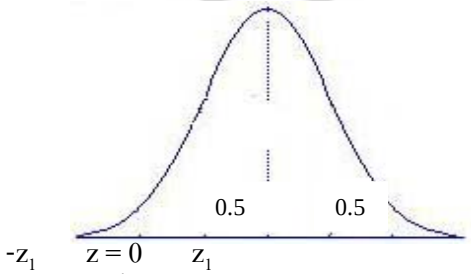
$\mu_1 = \mu_2$



$P(x < x_1) = 1 - P(x > x_1)$ $\quad P(z < z_1) = P(z < \frac{x_1 - \mu}{\sigma})$

ภาพที่4 การหาค่าความน่าจะเป็นแบบปกติ และปกติมาตรฐาน

-พื้นที่ใต้กราฟทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้น ครึ่งหนึ่งของพื้นที่ใต้กราฟ จะเท่ากับ 0.5



ภาพที่5 แสดงพื้นที่ของค่าความน่าจะเป็นปกติมาตรฐาน

-ถ้า $P(z < z_1) = 0.8$ จะได้ $P(z > z_1) = 1 - 0.8 = 0.2$ และ

$P(z < -z_1) = 0.2$

$P(-z_1 < z < z_1) = (0.8 - 0.5)(2) = 0.6$

หรือ $= 1 - (0.2)(2) = 0.6$

2.2.1.5 การแจกแจงแกมม่า (Gamma Distribution)

เป็นการแจกแจงที่กราฟไม่มีแกนสมมาตร แต่มีความเบ้

ภาพที่ 6 กราฟฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบแกมม่า

ถ้า X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบแกมมา ฟังก์ชั่นแกมม่าของ X จะมีพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ α และ β โดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)} e^{\frac{-x}{\beta}} x^{\alpha-1} \quad , \ x > 0$$

$$= 0 \quad , \ \text{else}$$

โดยที่ $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{\alpha-1} dx$

$E(x) = \alpha\beta$

$V(x) = \alpha\beta^2$

เมื่อ $\alpha = 1$ จะได้ Exponential Probability Function

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{\frac{-x}{\beta}} \quad , \ x > 0$$

$$= 0 \quad , \ \text{else}$$

$E(x) = \beta$

$V(x) = \beta^2$

2.2.1.6 การแจกแจงไคสแควร์ (Chi-Square Distribution (χ^2))

คือการแจกแจงแบบแกมม่า(Gamma Distribution) ที่ $\alpha = \frac{\upsilon}{2}$ และ $\beta = 2$

โดยที่ $\upsilon \in I^+$

เมื่อ υ เป็น องศาแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom = df) โดยมีฟังก์ชั่นการแจกแจงความน่าจะเป็น f(x) ค่าคาดหวัง E(x) และค่าความแปรปรวน V(x) ดังนี้

$$f(x) = \frac{1}{2^{\frac{\upsilon}{2}}\Gamma(\frac{\upsilon}{2})} e^{\frac{-x}{2}} x^{\frac{\upsilon}{2}-1} \quad , \quad x > 0$$

$$= 0 \quad , \quad \text{else}$$

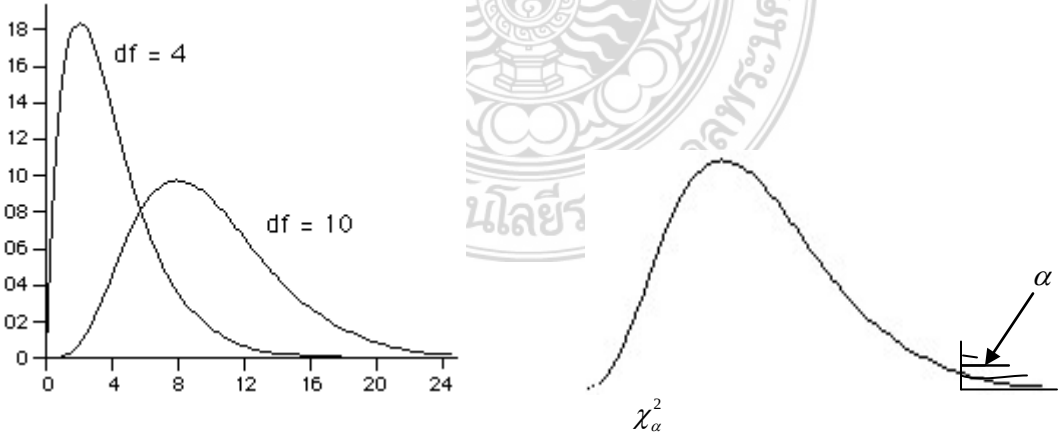
$$E(x) = \upsilon$$

$$V(x) = 2\upsilon$$

ถ้าตัวแปรสุ่ม $z_1 , z_2 , \ldots , z_n$ เป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน (standard normal distribution) N(0,1) จะได้

$$z_1^2 + z_2^2 + \ldots + z_n^2 \sim \chi^2_{(n)} \quad (df = n)$$

χ^2 อ่านว่า ไคสแควร์



ภาพที่ 6 กราฟฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบไคสแควร์

คุณสมบัติ

1. $\chi^2 \geq 0$
2. พื้นที่ใต้กราฟรวมกันทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1
3. กราฟมีลักษณะเบ้ขวา แตกแต่งกันตามค่าของ df
4. $P(\chi^2 = x) = 0$

เราสามารถหาค่าของตัวแปรสุ่มไคสแควร์ χ^2 ได้จากตารางการแจกแจงแบบไคสแควร์ เมื่อเรารู้ค่าความน่าจะเป็น α และค่า df

เช่น $\alpha = 0.1$ และ $df = 5$ จากตารางจะได้ $\chi^2_{0.1,\ 5} = 9.236$

$P(\chi^2 \leq \chi^2_{0.05,20}) = 0.95$ $\chi^2_{0.05,20}$ มีค่าเท่าไร

นั่นคือ $P(\chi^2 \geq \chi^2_{0.05,20}) = 0.05$

จากตาราง ที่ $df = 20$ และ $\alpha = 0.05$ จะได้ $\chi^2_{0.05,20} = 31.41$

2.3 การจำลองสถานการณ์ (simulation)

การจำลองสถานการณ์เป็นการรวบรวมวิธีการต่างๆที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่างๆมาไว้บนคอมพิวเตอร์โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงในอนาคต (Kelton, et al., 2003)

เนื่องจากในการปฏิบัติงานจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะมองเห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับ อาทิเช่น การขจัดปัญหาที่อยู่นอกเหนือความคาดหมายที่เกิดขึ้น ทำให้กระบวนการผลิตช้าลง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของระบบ และช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสมก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาได้อีกทางด้วย (Maria, 1997)

ในปัจจุบันนี้การจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำมาไปประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายอุตสาหกรรม อาทิเช่น อุตสาหกรรมในโรงงาน, การขนส่ง, การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งการให้การบริการทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น (Kelton, et al., 2003)

จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญการจำลองสถานการณ์ พบว่าสิ่งสำคัญหรือข้อดีของการจำลองสถานการณ์คือมีความสมเหตุสมผล และสามารถพิสูจน์ได้ภายใต้ปัจจัยการนำเข้า (Input) และนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ (Output) ที่ระบบประมวลออกมา (Maria, 1997)

Kelton, et al. (2003) ได้จำแนกประเภทของสถานการณ์จำลอง (Simulation Classification) ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) Static และ Dynamics

- Static คือ การเกิดของเหตุการณ์ในระบบการทำงาน ที่คงที่กับเวลาเสมอ

- Dynamic คือ การเปลี่ยนแปลงของเวลาจะมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อเหตุการณ์ต่างๆหรือตัวแปรที่กำลังสนใจ

2) Continuous และ Discrete

- Continuous คือ สภาวการณ์ของระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

- Discrete คือ สภาวการณ์ของระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ณ จุดหนึ่งจุดใดของเวลา โดยมีความน่าจะเป็น (Probability) เข้ามาเกี่ยวข้อง

3) Deterministic และ Stochastic

- Deterministic คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะเกิดขึ้นภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอนและได้มีการกำหนดเวลาที่แน่นอน

- Stochastic คือ เวลาจะมีผลกระทบมาจากความน่าจะเป็นหรือความแปรปรวนจากการมาของเวลาที่ไม่คงที่

การประยุกต์ใช้ Simulation Model มี 11 ขั้นตอนดังนี้ (Maria, 1997)

1) ศึกษาปัญหา (Problem Formulation)

2) สร้างโมเดล (Model Building)

3) เก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collecting)

4) สร้างตัวแปร (Coding)

5) พิสูจน์โมเดล (Verification)

6) พิสูจน์ผลว่าสามารถใช้ได้หรือไม่ (Validation)

7) ออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

8) ทำการประมวลผล (Production Runs)

9) วิเคราะห์ผล (Analysis of Results)

10) แปลงและแสดงผลรายงาน (Document Program และ Report Results)

11) ดำเนินการ (Implementation)

ปัจจุบันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation Packages) จะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ Simulation languages และ Application-Oriented Simulator ข้อได้เปรียบของ Simulation languages คือ มีความยืดหยุ่นมากกว่า Application-Oriented Simulator แต่การใช้งานจะทำได้ยากกว่า Application-Oriented Simulator (Maria, 1997)

ในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งแบบจำลองสามารถแทนองค์ประกอบและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบด้วยค่าเชิงปริมาณ โดยปกติข้อมูลเชิงปริมาณมักมีค่าไม่แน่นอนตายตัว ในการที่จะได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองซึ่ง มีความคล้ายคลึงกับผลลัพธ์จากระบบงานจริง จะต้องมีการใส่ค่าเชิงปริมาณลงในแบบจำลองที่มีลักษณะไม่แน่นอนเหมือนกับข้อมูลจริงในการสร้างค่าที่ไม่แน่นอน จะใช้หลักการสร้างตัวเลขสุ่ม และใช้วิธีการทางสถิติ โดยใช้หลักการคำนวณหาในรูปของค่าความน่าจะเป็น

2.3.1. องค์ประกอบ

ในการสร้างตัวเลขสุ่ม จะต้องกำหนดค่าในเชิงปริมาณ 2 ค่า ประกอบด้วย

2.3.1.1 ตัวเลขแบบสุ่ม

ซึ่งได้มาจากตารางตัวเลขแบบสุ่ม (Random Numbers Table) วิธีการก็คือ

(1) กำหนดช่วงของค่าที่ต้องการสุ่มและจำนวนค่าที่ต้องการสุ่ม

(2) เลือกตัวเลขใด ๆ จากตารางเป็นค่าแรก

(3) ค่าตัวเลขสุ่มจะเป็นค่าเท่าจำนวนตำแหน่งของค่าในช่วงของค่าที่ต้องการ

(4) พิจารณาตัวเลขถัดไป ถ้าไม่อยู่ในช่วงของค่าที่กำหนด ให้พิจารณาตัวถัดไป จนกว่าจะพบค่าที่อยู่ในช่วงที่กำหนด

(5) ทำข้อ (4) ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ตัวเลขสุ่มครบเท่าจำนวนที่ต้องการ

2.3.1.2 ความน่าจะเป็นสะสม

ได้มาจาก การทดลอง ข้อมูลในอดีต ลักษณะของการกระจาย ของความน่าจะเป็น และใช้วิธีการแปลงผกผัน

2.3.2 การทดลองสุ่ม

การทดลองสุ่มเพื่อหาค่าที่เป็นไปได้ ซึ่งขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

1. ทำการทดลองสุ่มจำนวน n ครั้ง
2. นับจำนวนครั้ง ที่ได้ผลลัพธ์เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ

3. คำนวณหาค่าความน่าจะเป็น โดยใช้สูตรความถี่สัมพัทธ์

$$P(x) = \frac{n(x)}{n(s)}$$

โดยที่

n(x) = จำนวนครั้ง ที่ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

n(s) = n = จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

2.3.3 การใช้ข้อมูลในอดีต

ซึ่งขั้นตอนการทำงาน ประกอบด้วย

1. ทำการทดลองสุ่ม
2. คำนวณหาค่าความน่าจะเป็น P(x)
3. นำค่าความน่าจะเป็นที่ได้มาคำนวณหาความน่าจะเป็นสะสม F(x)

2.3.4 เทคนิคมอนติคาร์โล (Monte Carlo Methods)

เทคนิคในการจำลองด้วยการใช้ตัวเลขสุ่มและความน่าจะเป็นสะสม ขั้นตอนการทำงานประกอบด้วย

1. กำหนดปัญหาหรือระบบในสิ่งที่ต้องการจำลอง
2. ระบุองค์ประกอบของความไม่แน่นอนของระบบ
3. หาการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) ขององค์ประกอบที่มีความไม่แน่นอน
4. กำหนดค่าตัวเลขสุ่ม (Random Number, RN)
5. สร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
6. ทำการจำลองตามจำนวนครั้งที่กำหนด เพื่อหาผลลัพธ์

2.3.5 การแปลงผกผัน (Inverse Transformation)

การจำลองด้วยการใช้ข้อมูลในอดีต จะได้ผลลัพธ์ของอดีต ถ้าในอนาคตระบบงานไม่มีการเปลี่ยนแปลง การใช้ข้อมูลของอดีตจะไม่มีความผิดพลาด แต่จะพบว่าในสภาพการทำงานจริง ระบบส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นถ้าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมีค่าของตัวแปร

สุ่มที่ใช้ในการคำนวณที่ไม่มีรวมอยู่ในข้อมูลของอดีต ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองจะมีความผิดพลาดเกิดขึ้น วิธีการอีกวิธีการหนึ่งในการสร้างค่าตัวแปรสุ่มเพื่อใช้สำหรับการคำนวณโดยเทคนิคมอนติคาร์โล คือ ใช้วิธีการแปลงผกผัน ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

(1) ใช้เทคนิคทางสถิติเพื่อคำนวณหาสมการคณิตศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ

(2) พิจารณาประเภทของการแจกแจงความน่าจะเป็นขององค์ประกอบเหล่านี้

(3) แปลงค่าเป็นค่าตัวแปรสุ่มตามประเภทของการแจกแจงความน่าจะเป็น

-การแจกแจงปกติ(Normal Distribution)

รูปร่างของโค้งปกติขึ้นกับพารามิเตอร์ 2 ค่า

(1) ค่าเฉลี่ย (Mean) = μ

(2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) = σ

x = ตัวแปรสุ่มปกติ(normal random variable)

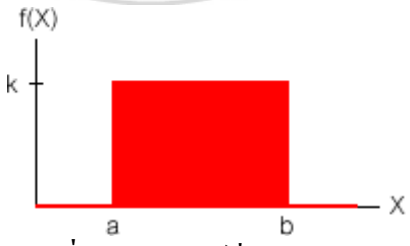
$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

เมื่อใช้การแปลงผกผัน จะได้ค่าตัวเลขสุ่ม

$$x_i = \mu + RNN_i\sigma$$

เมื่อ RNN_i = ตัวเลขสุ่มแบบปกติ (Random Normal Number) ซึ่งเปิดได้จากตารางตัวเลขสุ่มแบบนอร์มอล

-การแจกแจงยูนิฟอร์ม (Uniform Distribution)



ภาพที่ 7 กราฟฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

เมื่อกำหนดตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง X สำหรับการทดลองหนึ่งซึ่งมีผลลัพธ์อยู่ในช่วงของค่า (a, b) โดยที่ a < b ผลลัพธ์แต่ละผลลัพธ์ จะมีโอกาสเกิดขึ้น ได้เท่า ๆ กัน ซึ่ง กำหนดให้เป็นค่าคงที่ k จะได้ค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ

$$P(X = x) = f(x) = \frac{1}{b-a}, a < x < b$$

$$P(X = x) = f(x) = 0, otherwise$$

เมื่อใช้การแปลงผกผัน จะได้ค่าตัวเลขสุ่ม

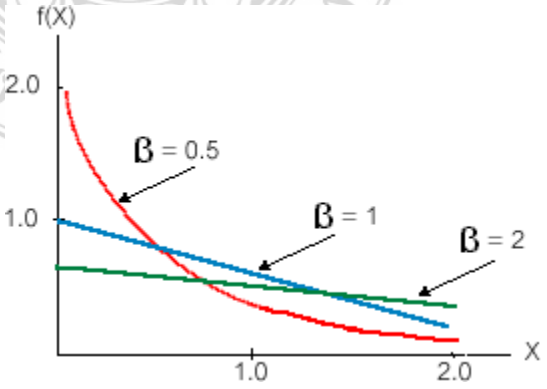
$$x_i = a + RN_i(b-a)$$

-การแจกแจงเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Distribution)

กำหนดตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง X ซึ่ง มีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีค่าเฉลี่ย $\beta > 0$ จะมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ

$$P(X = x) = f(x) = \beta e^{-\beta x}, x > 0$$

$$P(X = x) = f(x) = 0, otherwise$$



ภาพที่ 8 กราฟฟังก์ชั่นการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีค่าเฉลี่ยต่างๆ

เมื่อใช้การแปลงผกผัน จะได้ค่าตัวเลขสุ่ม

$$x_i = \frac{1}{\beta}\ln(RN_i)$$

2.3.6 วิธีการสร้างตัวเลขแบบสุ่ม

ปัญหาที่ใช้การจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล ที่ทำการคำนวณโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ มักจะเป็นปัญหาที่ซับซ้อนและใช้หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์มาก การใส่ตารางตัวเลขแบบสุ่มเข้าไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อให้คอมพิวเตอร์เลือกค่ามาใช้คำนวณหาค่าตัวแปร จะทำให้เสียเวลาและหน่วยความจำ จึงจำเป็นจะต้องหาวิธีที่ให้คอมพิวเตอร์สามารถสร้างตัวแปรสุ่มขึ้นใช้เองแทนการใช้ค่าจากตารางค่าตัวเลขสุ่มในการสร้างตัวเลขแบบสุ่ม สามารถทำได้2 วิธี

(1) เครื่องมือทางกายภาพ เช่น

-ลูกเต๋า

- ไพ่

-กระดาษเขียนเบอร์

- เครื่องอิเล็กทรอนิกส์

(2) การสร้างตัวเลขสุ่มแบบเทียม (Pseudo-random Number) โดยการใช้สูตรคณิตศาสตร์ เช่น

-วิธีส่วนกำลังสอง

- วิธีการใช้เศษเหลือ

วิธีตัดกลางกำลังสอง (Midsquare Method)

(1) เลือกตัวเลขสี่หลัก

(2) หาค่ายกกำลังของตัวเลขนั้น ถ้าเลขที่ได้มีไม่ครบ 8 หลักให้เติมศูนย์ข้างหน้า

(3) ใช้สี่หลักกลางของเลขที่ได้ในข้อ 2 เป็นตัวเลขสุ่ม

(4) หาค่ายกกำลังสองของเลขในข้อ (3)

(5) ทำขั้นตอน (3) และ (4) จนกว่าจะได้ตัวเลขสุ่มเท่าจำนวนที่ต้องการ

วิธีตัดกลางของผลคูณ (Midproduct Method)

(1) เลือกตัวเลขสี่หลัก 2 ค่า x'0 และ x0

(2) คูณค่า x'0 และ x0 เข้าด้วยกัน

(3) ใช้สี่หลักกลางของผลคูณที่ได้ในข้อ (2) เป็นตัวเลขสุ่ม = x1

(4) คูณ ค่า x0 และ x1

(5) ทำขั้น ตอน (3) และ (4) จนกว่าจะได้ตัวเลขสุ่มเท่าจำนวนที่ต้องการ

วิธีตัวคูณคงที่ (Constant Multiplier Technique)

(1) กำหนดค่าคงที่ k ขนาดสี่หลัก และค่าเริ่มต้น x0

(2) คูณค่า k และ x0 เข้าด้วยกัน

(3) ใช้สี่หลักกลางของผลคูณที่ได้ในข้อ (2) เป็นตัวเลขสุ่ม = x1

(4) คูณ ค่า k และ x1

(5) ทำขั้น ตอน (3) และ (4) จนกว่าจะได้ตัวเลขสุ่มเท่าจำนวนที่ต้องการ

วิธีการบวกเศษเหลือ (Additive Congruent Method)

(1) กำหนดตัวเลขจำนวนเต็ม $x_1, x_2, x_3, ...x_n$

(2) สร้าง $x_{n+1}, x_{n+2}, x_{n+3}, ...$ จากตัวเลขในข้อ (1)

(3) สร้างตัวเลขสุ่มโดยใช้สูตร

$$x_i = (x_{i-1} + x_{i-n}) \bmod m$$

$$R_{i-n} = \frac{x_i}{m}$$

วิธีการใช้เศษเหลือ (Congruent Method)

วิธีการที่นิยมใช้ที่สุดในการสร้างตัวเลขแบบสุ่มคือ การใช้เศษเหลือของผลคูณ (Multiplicative Congruential Method) โดยใช้สูตร

$$x_{i+1} = ax_i (\mathrm{mod}\, m)$$

ด้วยการกำหนดค่าให้a และ m ซึ่งจะต้องไม่เป็นค่าลบ และกำหนดค่าเริ่มต้น x_0

2.4 กำหนดการเฟ้นสุ่ม (stochastic programming)

กำหนดการเฟ้นสุ่ม คือการโปรแกรมทางคณิตศาสตร์อาจจะอยู่ในรูปของกำหนดการเชิงเส้น (linear programming) กำหนดการไม่เชิงเส้น (nonlinear programming) กำหนดการจำนวนเต็ม (integer programming) กำหนดการผสมผสานเชิงจำนวนเต็ม (mixed integer programming) โดยที่ข้อมูลนั้นเป็นแบบเฟ้นสุ่ม (stochastic) นั้นหมายถึงเราไม่ทราบค่าสัมประสิทธิ์ (coefficients) ที่แน่นอนของข้อมูลแต่จะทราบลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแทนในขณะที่ข้อมูลที่เป็นแบบเชิงกำหนด (deterministic) เราจะทราบค่าของสัมประสิทธิ์ ดังนั้นกำหนดการเฟ้นสุ่มจึงเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอน สำหรับในงานวิจัยโดยทั่วๆไป จะทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองกำหนดการเฟ้นสุ่มที่เป็นแบบเชิงเส้นหรือที่เรียกว่ากำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้น (stochastic linear programming) และกำหนดการเฟ้นสุ่มไม่เชิงเส้น (stochastic nonlinear programming) ประยุกต์กับต่างๆ เช่น ปัญหาการวางแผนการผลิตรวม (aggregate planning) เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wagner. H and Whitin. T.M. (1958) ได้ศึกษากำหนดการเชิงพลวัตของตัวแบบขนาดของการสั่งซื้อที่ประหยัด (Dynamic Version of Economic Lot Size Model) พบว่าถ้าปริมาณความต้องการของสินค้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาแต่มีความแน่นอนในแต่ละช่วงเวลา ซึ่ง Wagner. H and Whitin. T.M. ได้เสนอการแก้ปัญหาโดยใช้กำหนดการเชิงพลวัต (dynamic programming) โดยตั้งสมมติฐานของแบบจำลองให้ไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังผลิตและไม่อนุญาตให้สินค้าขาดมือ

Hadley G. and Whitin T.M. (1963) ได้ศึกษารการวิเคราะห์ระบบของสินค้าคงคลัง (Analysis of Inventory Systems) และในงานวิจัยของเขาได้เสนอการแก้ปัญหาโดยใช้กำหนดการเชิงพลวัต (dynamic programming) โดยตั้งสมมติฐานของแบบจำลองให้ไม่มีข้อจำกัดด้านกำลังผลิตและไม่อนุญาตให้สินค้าขาดมือ

Veinott A.F. (1963) ได้ศึกษาการประยุกต์การวิจัยดำเนินงาน และอัลกอริทึม (Operation Research Application and AlgorithmsX และในงานวิจัยของเขาได้แสดงให้เห็นว่าถ้าความต้องการสินค้าและต้นทุนเกี่ยวกับระบบสินค้าคงคลังเป็น Concave Function ก็จะสามารถแก้ไขได้ด้วยกำหนดการเชิงพลวัต (dynamic programming)

Gupta S.M. and L. Brennan. (1992) ได้ประยุกต์แบบจำลองของ Wagner. H and Whitin. T.M. โดยให้มีเงื่อนไขยอมให้มีสินค้าขาดมือ แต่ถ้าความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาและมีความไม่แน่นอนในแต่ละช่วงเวลา แต่สามารถทราบค่า ในงานวิจัยเรื่อง Heuristic and Optimal Approaches to Lot-sizing Incorporating Backorder

M. L. Weng, and A. A. Houshmand. (1999) ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองการเข้ารับการตรวจของผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลวิทยาลัยซินซินาติ โดยเก็บข้อมูลอัตราการเข้ามาและการให้บริการค่าใช้จ่ายในการให้บริการผู้ป่วยต่อรายในแต่ละแผนก และใช้โปรแกรม Arena สร้างแบบจำลอง เพื่อหาลักษณะการแจกแจง และสร้างทางเลือกในการจัดจำนวนแพทย์ที่ออกตรวจมา 3 ทางเลือก ผลที่ได้พบว่า ลักษณะการเข้ามาของผู้ป่วยมีการแจกแจงแบบปัวซองที่ไม่คงที่ (Nonstationary Poisson) ลักษณะของเวลาให้บริการมีการแจกแจงหลายแบบ เช่น เบต้า (Beta) แกมม่า (Gamma) แทรงกูล่าร์ (Triangular)

วิชัย รุ่งเรืองอนันต์ และคณะ.(2546) ได้ทำการศึกษาระบบสินค้าคงคลังที่มีความต้องการสินค้าผันแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง โดยที่ความต้องการในแต่ละช่วงเวลามีโอกาสเกิดได้หลายๆค่าที่ไม่ต่อเนื่องและมีความน่าจะเป็นที่เกิดขึ้นต่างกัน โดยใช้วิธีกำหนดการเชิงพลวัต (dynamic programming) และวิธีการโปรแกรมจำนวนเต็ม เชิงเส้นเชิงสโตรแคสติก (stochastic linear integer programming) มา

แก้ปัญหา และพบว่าวิธีการโปรแกรมจำนวนเต็มเชิงเส้นเชิง สโตรแคสติกให้ผลดีกว่าวิธีกำหนดการเชิงพลวัตแต่ถ้าจำนวนช่วงเวลาเพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้มีทางเลือกเพิ่มขึ้นซึ่งการแก้ปัญหาจะทำได้ยากขึ้น

พิศิษฐ์ แสง-ชูโต และคณะ.(2551) ได้ทำการศึกษาการวางแผนการผลิตรวมภายใต้ปริมาณความต้องการไม่แน่นอนโดยใช้วิธีกำหนดการเฟ้นสุ่ม โดยใช้ตัวแบบของกำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นภายใต้ ปริมาณความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาและมีความไม่แน่นอนในแต่ละช่วงเวลา แต่สามารถทราบได้ว่าความต้องการสินค้าจะอยู่ในช่วงใดในแต่ละช่วงเวลา และข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง (continuous) โดยที่ความต้องการในแต่ละช่วงเวลามีโอกาสเกิดได้เท่าๆกันคือมีการแจกแจงแบบเอกรูป (uniform distribution)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาการวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ผู้ศึกษาได้กำหนดวิธีการศึกษาไว้ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์

3.6 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรคือ ลูกค้าที่ซื้อสินค้าแบบส่งชนิดอาหารไก่ไข่ในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ซึ่งโรงงานตั้งอยู่ในเขตจังหวัดนครราชสีมา

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ปริมาณความต้องการซื้ออาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ของลูกค้า ในแต่ละเดือนจำนวน 2 ปี ของปี พ.ศ. 2551-2552

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook และ คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ

3.2.2 โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS สำหรับวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Matlab สำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ตัวแบบในงานวิจัยนี้

3.3 วิธีการดำเนินการศึกษา

3.3.1 เก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.1 เก็บรวบรวมข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 -2552 โดยแยกเป็นแต่ละเดือนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการแจกแจงอัตราความต้องการสินค้าต่อหน่วย (30 กิโลกรัม) ของลูกค้าในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ของทั้งสองปี

3.3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูลราคาขายส่งอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552

3.3.1.3 เก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนในการจัดเก็บอาหารสัตว์ต่อหน่วยในแต่ละเดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552

3.3.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องต้นทุนในกรณีที่สินค้าขาดต่อหน่วยในแต่ละ เดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552 ซึ่งได้แก่ ค่าปรับ ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการทำงานล่วงเวลา ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบกรณีเร่งด่วน เป็นต้น

3.3.2 ทดสอบข้อมูลและหารูปแบบของการแจกแจงของปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน

3.3.2.1 นำข้อมูลการสั่งซื้อของลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 -2552 โดยแยกเป็นแต่ละเดือนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการแจกแจงอัตราความต้องการสินค้าต่อหน่วย (30 กิโลกรัม) ของลูกค้าในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2.2 นำข้อมูลราคาขายส่งอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552 เพื่อหาราคาเฉลี่ยในแต่ละเดือน

3.3.2.3 นำข้อมูลต้นทุนในการจัดเก็บอาหารสัตว์ต่อหน่วยในแต่ละเดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552 เพื่อหาราคาเฉลี่ยในแต่ละเดือน

3.3.2.4 นำเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องต้นทุนในกรณีที่สินค้าขาดต่อหน่วยในแต่ละ เดือน ของปี พ.ศ. 2551 -2552 ซึ่งได้แก่ ค่าปรับ ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการทำงานล่วงเวลา ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อวัตถุดิบกรณีเร่งด่วน เพื่อหาราคาเฉลี่ยในแต่ละเดือน

3.3.3 ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 3.3.2 ไปวิเคราะห์ในตัวแบบ

กำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นสำหรับปัญหา การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness of Fit Test)โดยใช้วิธี นอนพาราเมตริก (Nonparametric) ของโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ (The Kolmogorov-Smirnov) เพื่อหาลักษณะการแจกแจงของการปริมาณความต้องของลูกค้า แต่ละเดือน ตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการผลิตต่อไป

3.5 ตัวแบบที่ใช้วิเคราะห์

สำหรับในงานวิจัยนี้เราจะทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองกำหนดการเฟ้นสุ่มที่เป็นแบบเชิงเส้นหรือที่เรียกว่ากำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้น (stochastic linear programming) กับปัญหาการวางแผนการผลิตรวม (aggregate planning) โดยมีรายละเอียดดังนี้

<u>สัญลักษณ์</u>

<u>พารามิเตอร์ (parameters)</u>

$D_{t,k}$ แทน ปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงเวลาที่ t ภายใต้ทางเลือก k

P_t แทน ปริมาณการผลิต ในช่วงเวลาที่ t

$I^{+}_{t,k}$ แทน ปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลือเก็บไว้ในคลังในตอนต้นของช่วงเวลาที่ t ภายใต้ ทางเลือก k

$I^{-}_{t,k}$ แทน ปริมาณสินค้าคงคลังที่ขาดไปในตอนต้นของช่วงเวลาที่ t ภายใต้ ทางเลือก k

c_t แทน ต้นทุนต่อหน่วยในช่วงเวลาที่ t

g_t แทน ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในกรณีที่สินค้าขาดในช่วงเวลาที่ t

h_t แทน ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในกรณีที่สินค้าเกินในช่วงเวลาที่ t

$\Pr ob_k$ แทน ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ $D_{t,k}$

$g_{t,k}$ ซึ่งเกิดจาก $\Pr ob_k \times g_t$ แทน ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยต่อหน่วย กรณีสินค้าขาดในช่วงเวลาที่ t ภายใต้ ทางเลือก k

$h_{t,k}$ ซึ่งเกิดจาก $\Pr ob_k \times h_t$ แทน ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยต่อหน่วย

กรณีสินค้าเกิน ในช่วงเวลาที่ t ภายใต้ ทางเลือก k

T แทน ช่วงเวลาทั้งหมด

K แทน ทางเลือกทั้งหมด

รูปแบบทั่วไปของปัญหา

ปัญหานี้ประกอบไปด้วยฟังก์ชันจุดประสงค์คือ การหาค่าต่ำสุดของค่าใช้จ่ายในส่วนของการผลิตกับค่าใช้จ่ายในส่วนของสินค้าคงคลัง โดยค่าใช้จ่ายต่ำสุดที่นำมาพิจารณาคือผลรวมของค่าใช้จ่ายในส่วนของการผลิตกับค่าใช้จ่ายในส่วนของสินค้าคงคลังและ มีระบบสมการเงื่อนไขบังคับ ซึ่งเงื่อนไขบังคับคือปริมาณสินค้าคงคลัง ของช่วงเวลาก่อนหน้าปัจจุบันถัดไป 1 ช่วงเวลา รวมกับปริมาณการผลิตของช่วงเวลาปัจจุบันที่กำลังพิจารณาและหักออกด้วยปริมาณของสินค้าคงคลังของช่วงเวลาปัจจุบันที่กำลังพิจารณาอยู่จะต้องเท่ากับปริมาณความต้องการของช่วงเวลาปัจจุบันที่กำลังพิจารณา โดยที่ตัวแปรตัดสินใจจะมีลักษณะเป็นตัวแปรต่อเนื่องซึ่งได้แก่ ปริมาณการผลิตที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (nonnegative variables) และปริมาณสินค้าคงคลังที่เป็นตัวแปรที่ไม่จำกัดเครื่องหมาย (restricted variables) ในแต่ละช่วงเวลา โดยที่ปริมาณสินค้าคงคลังที่เป็นตัวแปรที่ไม่จำกัดเครื่องหมายในแต่ละช่วงเวลานั้นสามารถแทนด้วยผลต่างของปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลือเก็บไว้ในคลังและปริมาณสินค้าคงคลังที่ขาดไป ซึ่งสามารถเขียนเป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

ฟังก์ชันจุดประสงค์

$$Min\sum_{t=1}^{T} c_t P_t + \int_{\forall k} \sum_{t=1}^{T} g_t(k) I^-_{tk} + h_t(k) I^+_{tk} dk, \forall_t, \forall_k$$

และสามารถประมาณฟังก์ชันจุดประสงค์ให้เป็นฟังก์ชันแบบไม่ต่อเนื่องเพื่อง่ายต่อการหาผลเฉลยเหมาะที่สุดได้ดังนี้

$$Min\sum_{t=1}^{T} c_t P_t + \sum_{\forall k} \sum_{t=1}^{T} g_t(k) I^-_{tk} + h_t(k) I^+_{tk}, \forall_t, \forall_k$$

เงื่อนไขบังคับ

$$I^{+}_{t-1,k} - I^{-}_{t-1,k} + P_t + I^{-}_{t,k} - I^{+}_{t,k} = D_{t,k}, \forall_t, \forall_k$$
$$I^{+}_{tk}, I^{-}_{tk} \geq 0, \forall_t, \forall_k$$
$$P_t \geq \min(D_{t,k}), \forall_t, \forall_k$$

โดยมีข้อสมมุติ

1. ปริมาณความต้องการสินค้าเป็นแบบต่อเนื่อง มีค่าไม่แน่นอน แต่ สามารถทราบได้ว่าจะมีค่าอยู่ในช่วงใด ในแต่ละช่วงเวลา
2. ทราบปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาว่ามีการแจกแจงลักษณะใด
3. ปริมาณความต้องการจะเกิดขึ้นทั้งหมด ณ จุดเริ่มต้นของช่วงเวลา และอาจจะมีจำนวนแตกต่างกันได้
4. ปริมาณสินค้าที่ผลิตจะคิดเฉพาะจุดเริ่มต้นของช่วงเวลาเท่านั้นและ จะได้รับปริมาณสินค้าทั้งหมดทันที
5. ณ จุดเริ่มต้นของช่วงเวลาที่ 1 ไม่มีสินค้าอยู่ในคงคลัง และเมื่อ สิ้นสุดการดำเนินงานสินค้าคงคลังอาจจะหมดหรือไม่หมดก็ได้
6. ยอมให้มีสินค้าขาดมือได้ และมีการสั่งซื้อย้อนหลัง

จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ข้างบนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมตริกได้ดังนี้

รูปแบบทั่วไปของปัญหากำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming in General Form)

$$Minimize \quad C^T X$$

$$\text{Subject to} \quad AX = b$$

$$X \geq 0$$

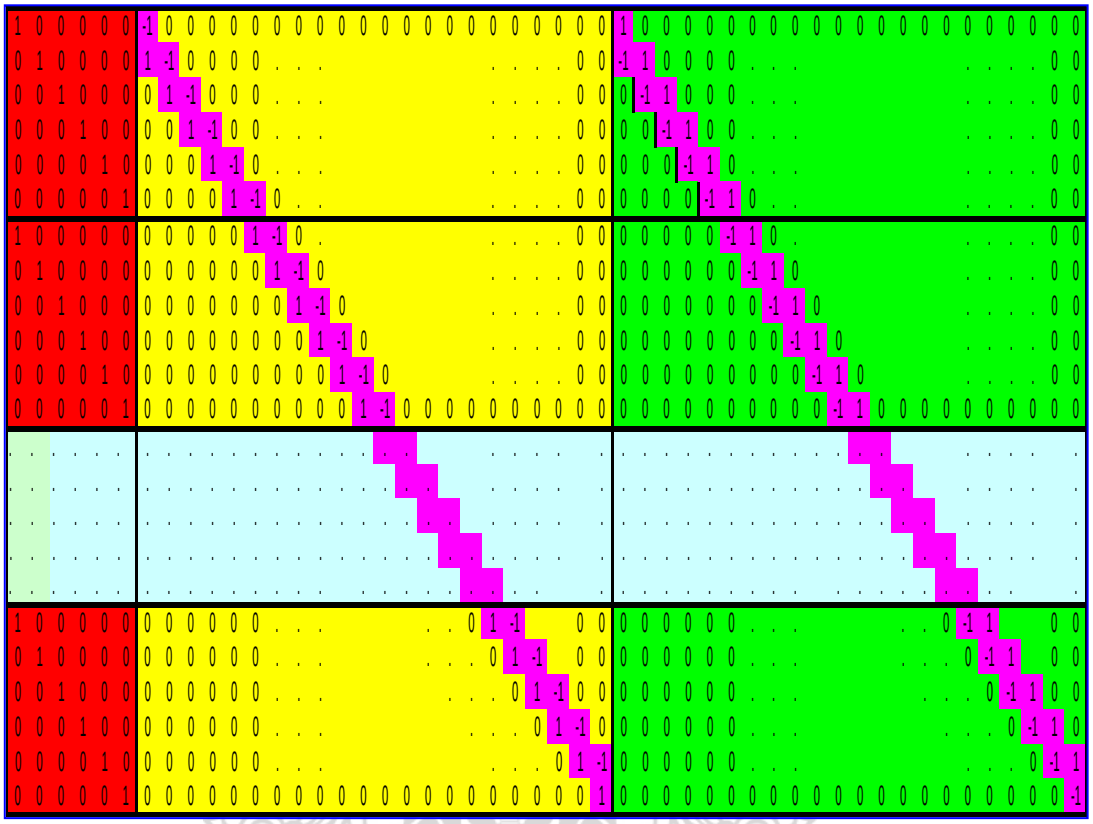
จากรูปแบบทั่วไปของปัญหากำหนดการเชิงเส้น เมื่อปริมาณความต้องการมีค่าไม่แน่นอน (เมตริก b) จึงทำให้ปัญหากำหนดการเชิงเส้นกลายเป็นปัญหากำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นและสามารถสร้างเมตริกเพื่อแก้สมการได้ดังนี้

เมตริก C (สัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่าย) **และ** **เมตริก X (ตัวแปรการตัดสินใจ)**

เมตริกขนาด $\left((T+2TK)x1\right)$ เมตริกขนาด $\left((T+2TK)x1\right)$

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{c}_T \\ \boldsymbol{h}_{TK} \\ \boldsymbol{g}_{TK} \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \boldsymbol{c}_1 \\ . \\ . \\ . \\ \boldsymbol{c}_T \\ \boldsymbol{h}_{t1} \\ . \\ . \\ . \\ \boldsymbol{h}_{TK} \\ \boldsymbol{g}_{t1} \\ . \\ . \\ . \\ \boldsymbol{g}_{TK} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} P_T \\ I_{TK}^{+} \\ I_{TK}^{-} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_1 \\ . \\ . \\ . \\ P_T \\ I^{+}_{t1} \\ . \\ . \\ . \\ I^{+}_{TK} \\ I^{-}_{t1} \\ . \\ . \\ . \\ I^{-}_{TK} \end{bmatrix}$$

เมตริก A ขนาด $(TK)x(T+2TK)$



ภาพที่9 เมตริก A ขนาด $(TK)x(T+2TK)$

เมตริก B ขนาด $(TK)x1$

$$\begin{bmatrix} D_{t1} \\ . \\ . \\ . \\ D_{T1} \\ D_{t2} \\ . \\ . \\ . \\ D_{T2} \\ D_{tk} \\ . \\ . \\ . \\ D_{TK} \end{bmatrix}$$

3.6 ประเมินผลการวิจัย

นำผลการวิเคราะห์มาพิจารณาเพื่อหาข้อสรุป และเสนอแนะ

สถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล

โรงงานอาหารสัตว์แห่งหนึ่ง ในเขตจังหวัดนครราชสีมา

สถานที่ใช้ในการทำวิจัย

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งตั้งอยู่ที่วิทยาเขตพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ระยะเวลาในการวิจัย

เริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ ตุลาคม 2552 สิ้นสุดการวิจัย เดือนกันยายน 2553

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในแต่ละเดือน

ในงานวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลการสั่งซื้ออาหารสัตว์ชนิดไก่ไข่ของลูกค้า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 - 2552 โดยแยก เป็นแต่ละเดือนเพื่อนำมาวิเคราะห์หาการแจกแจงอัตราความต้องการ สินค้าต่อหน่วย (30 กิโลกรัม) ของลูกค้าในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ของทั้งสองปี

4.1.1 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนมกราคม

มีจำนวนยอดสั่งจำนวน 1011 รายการ แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่1 จำนวนการสั่งซื้อของลูกค้า เดือนมกราคม

Oder	Frequency	Percent	Cumulative Percent
6200	2	0.20	0.20
6300	1	0.10	0.30
7100	1	0.10	0.40
7200	2	0.20	0.59
7300	1	0.10	0.69
7400	3	0.29	0.99
7500	2	0.20	1.19
7600	3	0.29	1.48
7700	2	0.20	1.68
7800	4	0.39	2.08
7900	6	0.59	2.67
8000	4	0.39	3.07
8100	3	0.29	3.36
8200	4	0.39	3.76
8300	4	0.39	4.15
8400	13	1.27	5.44
8500	12	1.18	6.63
8600	7	0.69	7.32
8700	9	0.88	8.21
8800	14	1.37	9.59
8900	10	0.98	10.58
9000	9	0.88	11.47

ตารางที่1 (ต่อ)

Oder	Frequency	Percent	Cumulative Percent
9100	16	1.57	13.06
9200	21	2.06	15.13
9300	14	1.37	16.52
9400	17	1.67	18.20
9500	10	0.98	19.19
9600	16	1.57	20.77
9700	17	1.67	22.45
9800	27	2.65	25.12
9900	24	2.35	27.50
10000	29	2.84	30.37
10100	17	1.67	32.05
10200	17	1.67	33.73
10300	21	2.06	35.81
10400	25	2.45	38.28
10500	19	1.86	40.16
10600	24	2.35	42.53
10700	26	2.55	45.10
10800	27	2.65	47.77
10900	37	3.63	51.43
11000	27	2.65	54.10
11100	25	2.45	56.58
11200	21	2.06	58.65
11300	13	1.27	59.94
11400	17	1.67	61.62
11500	38	3.73	65.38
11600	28	2.75	68.15
11700	16	1.57	69.73
11800	25	2.45	72.21
11900	23	2.25	74.48
12000	14	1.37	75.87
12100	23	2.25	78.14
12200	13	1.27	79.43
12300	18	1.76	81.21
12400	11	1.08	82.29

ตารางที่ 1 (ต่อ**)**

Oder	Frequency	Percent	Cumulative Percent
12500	16	1.57	83.88
12600	14	1.37	85.26
12700	18	1.76	87.04
12800	15	1.47	88.53
12900	9	0.88	89.42
13000	10	0.98	90.41
13100	15	1.47	91.89
13200	8	0.78	92.68
13300	4	0.39	93.08
13400	11	1.08	94.16
13500	3	0.29	94.46
13600	7	0.69	95.15
13700	8	0.78	95.94
13800	2	0.20	96.14
13900	4	0.39	96.54
14000	5	0.49	97.03
14100	6	0.59	97.63
14200	3	0.29	97.92
14300	4	0.39	98.32
14400	3	0.29	98.62
14500	4	0.39	99.01
14600	4	0.39	99.41
14700	2	0.20	99.60
14800	2	0.20	99.80
14900	1	0.10	99.90
15900	1	0.10	100.00
Total	**1011**	**100**	

หมายเหตุ ในงานวิจัยนี้ได้แสดงข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าของมกราคมเดือนเดียวเท่านั้น เพราะ ข้อมูลมีมากกว่า1000รายการ ส่วนเดือนอื่นๆ ดูที่แสดงผลการทดสอบการแจกแจง

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนมกราคม การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนมกราคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนมกราคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่2 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนมกราคม

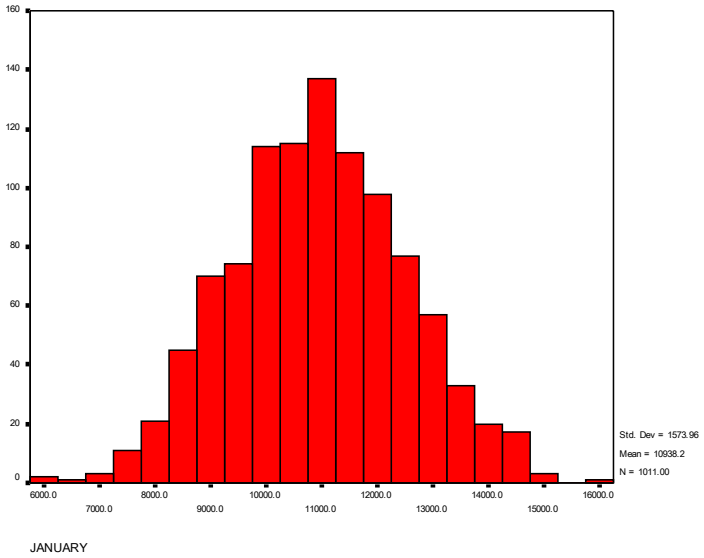
		JANUARY
N		1011
Normal Parameters(a,b)	Mean	10938.1800
	Std. Deviation	1573.96084
Most Extreme Differences	Absolute	.028
	Positive	.028
	Negative	-.023
Kolmogorov-Smirnov Z		.893
Asymp. Sig. (2-tailed)		.402

ตารางที่3 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนมกราคม

		JANUARY
N		1011
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6200.00
	Maximum	15900.00
Most Extreme Differences	Absolute	.208
	Positive	.208
	Negative	-.186
Kolmogorov-Smirnov Z		6.599
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่4 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนมกราคม

		JANUARY
N		1011
Poisson Parameter(a,b)	Mean	10938.1800
Most Extreme Differences	Absolute	.440
	Positive	.440
	Negative	-.428
Kolmogorov-Smirnov Z		13.981
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่10 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนมกราคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนมกราคม สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนมกราคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.402 และค่า Z = 0.893 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนมกราคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 10938.18 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1573.96 หน่วย

4.1.2 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนกุมภาพันธ์

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนกุมภาพันธ์

การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนกุมภาพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนกุมภาพันธ์มีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่5 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนกุมภาพันธ์

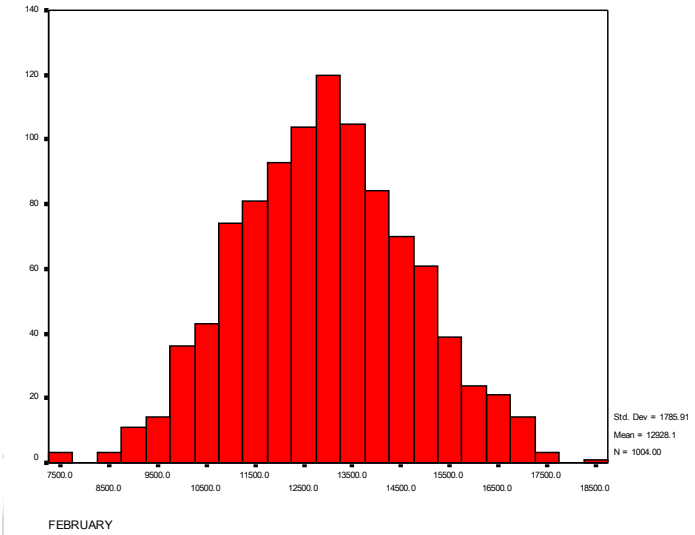
		FEBRUARY
N		1004
Normal Parameters(a,b)	Mean	12928.0876
	Std. Deviation	1785.90581
Most Extreme Differences	Absolute	.026
	Positive	.026
	Negative	-.017
Kolmogorov-Smirnov Z		.835
Asymp. Sig. (2-tailed)		.489

ตารางที่6 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนกุมภาพันธ์

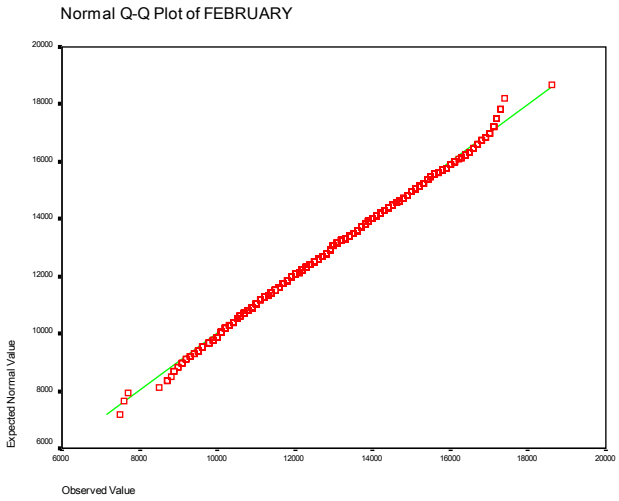
		FEBRUARY
N		1004
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	7500.00
	Maximum	18600.00
Most Extreme Differences	Absolute	.209
	Positive	.209
	Negative	-.188
Kolmogorov-Smirnov Z		6.610
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่7 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนกุมภาพันธ์

		FEBRUARY
N		1004
Poisson Parameter(a,b)	Mean	12928.0876
Most Extreme Differences	Absolute	.438
	Positive	.438
	Negative	-.431
Kolmogorov-Smirnov Z		13.870
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่11 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนกุมภาพันธ์



ภาพที่12 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนกุมภาพันธ์

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนกุมภาพันธ์ สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนกุมภาพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.489 และค่า Z = 0.835 สรุปได้ว่ายอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนกุมภาพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 12928.09 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1785.91 หน่วย

4.1.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนมีนาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนมีนาคม

การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนมีนาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนมีนาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่8 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนมีนาคม

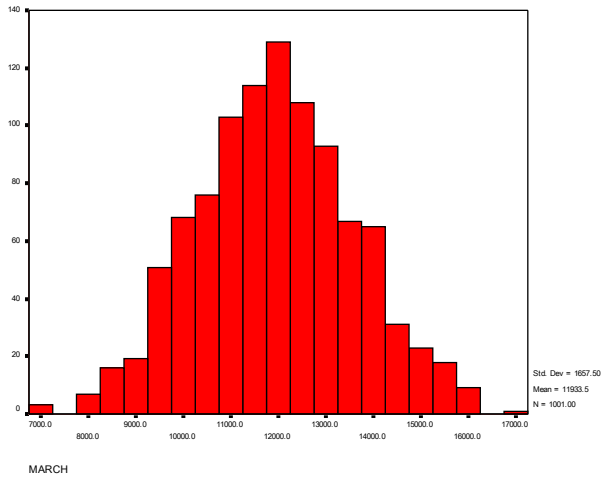
		MARCH
N		1001
Normal Parameters(a,b)	Mean	11933.4665
	Std. Deviation	1657.50079
Most Extreme Differences	Absolute	.025
	Positive	.025
	Negative	-.020
Kolmogorov-Smirnov Z		.805
Asymp. Sig. (2-tailed)		.536

ตารางที่9 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนมีนาคม

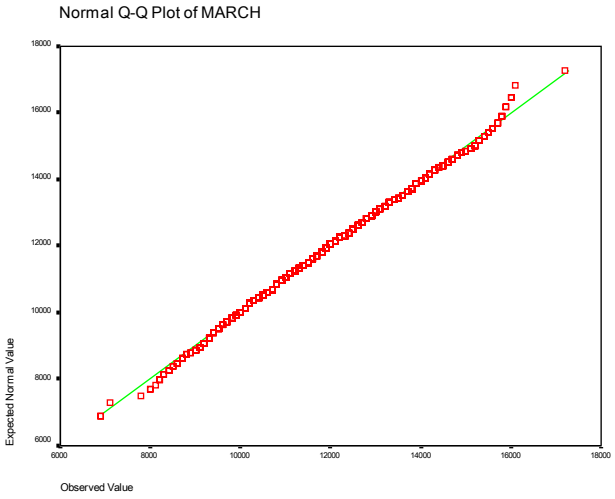
		MARCH
N		1001
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6900.00
	Maximum	17200.00
Most Extreme Differences	Absolute	.209
	Positive	.209
	Negative	-.188
Kolmogorov-Smirnov Z		6.623
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่10 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนมีนาคม

		MARCH
N		1001
Poisson Parameter(a,b)	Mean	11933.4665
Most Extreme Differences	Absolute	.440
	Positive	.440
	Negative	-.429
Kolmogorov-Smirnov Z		13.930
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่13 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนมีนาคม



ภาพที่14 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนมีนาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนมีนาคม สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนมีนาคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.536 และค่า Z = 0.805 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนมีนาคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 11933.46 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1657.50 หน่วย

4.1.4 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนเมษายน

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนเมษายน

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนเมษายนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนเมษายนมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่11 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนเมษายน

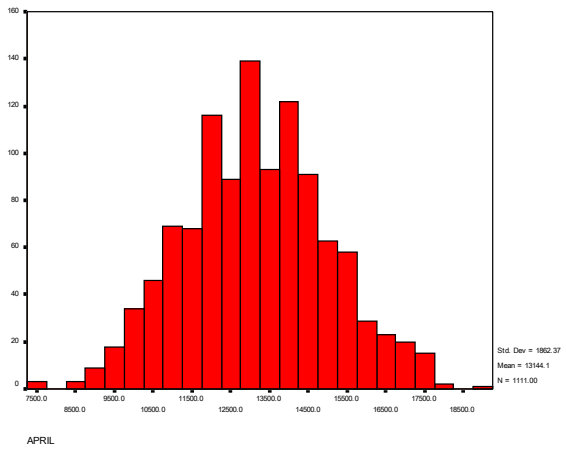
		APRIL
N		1111
Normal Parameters(a,b)	Mean	13144.1044
	Std. Deviation	1862.37253
Most Extreme Differences	Absolute	.024
	Positive	.024
	Negative	-.019
Kolmogorov-Smirnov Z		.797
Asymp. Sig. (2-tailed)		.549

ตารางที่12 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนเมษายน

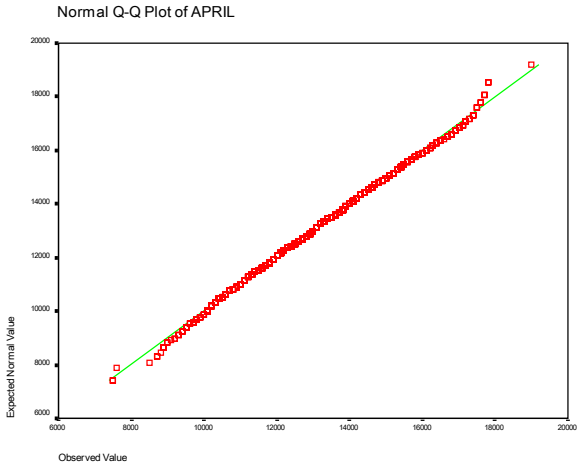
		APRIL
N		1111
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	7500.00
	Maximum	19000.00
Most Extreme Differences	Absolute	.206
	Positive	.206
	Negative	-.187
Kolmogorov-Smirnov Z		6.865
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่13 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนเมษายน

		APRIL
N		1111
Poisson Parameter(a,b)	Mean	13144.1044
Most Extreme Differences	Absolute	.438
	Positive	.438
	Negative	-.434
Kolmogorov-Smirnov Z		14.598
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่15 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนเมษายน



ภาพที่16 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนเมษายน

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนเมษายน สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนเมษายนมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.549 และค่า Z = 0.797 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนเมษายนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 13144.10 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1862.00 หน่วย

4.1.5 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนพฤษภาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนพฤษภาคม การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนพฤษภาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนพฤษภาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่14 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนพฤษภาคม

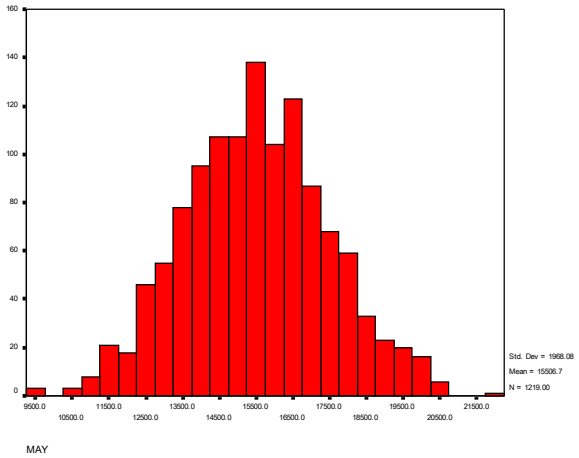
		MAY
N		1219
Normal Parameters(a,b)	Mean	15506.7268
	Std. Deviation	1968.07543
Most Extreme Differences	Absolute	.024
	Positive	.024
	Negative	-.019
Kolmogorov-Smirnov Z		.837
Asymp. Sig. (2-tailed)		.486

ตารางที่15 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนพฤษภาคม

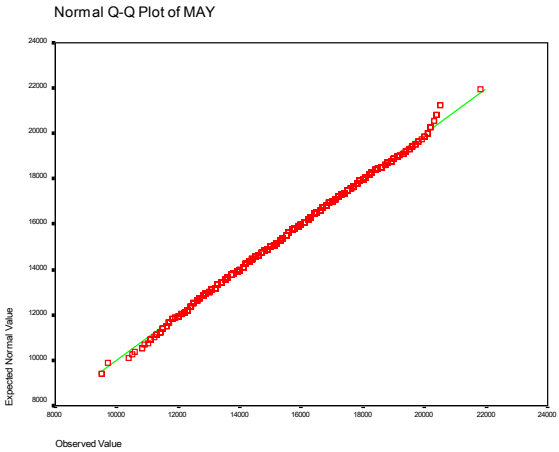
		MAY
N		1219
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	9500.00
	Maximum	21800.00
Most Extreme Differences	Absolute	.211
	Positive	.211
	Negative	-.187
Kolmogorov-Smirnov Z		7.383
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่16 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนพฤษภาคม

		MAY
N		1219
Poisson Parameter(a,b)	Mean	15506.7268
Most Extreme Differences	Absolute	.437
	Positive	.437
	Negative	-.433
Kolmogorov-Smirnov Z		15.257
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่17 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนพฤษภาคม



ภาพที่18 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนพฤษภาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนพฤษภาคม สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนพฤษภาคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.486 และค่า Z = 0.837 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนพฤษภาคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 15506.72 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1968.08 หน่วย

4.1.6 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนมิถุนายน

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนมิถุนายน การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนมิถุนายนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนมิถุนายนมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่17 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนมิถุนายน

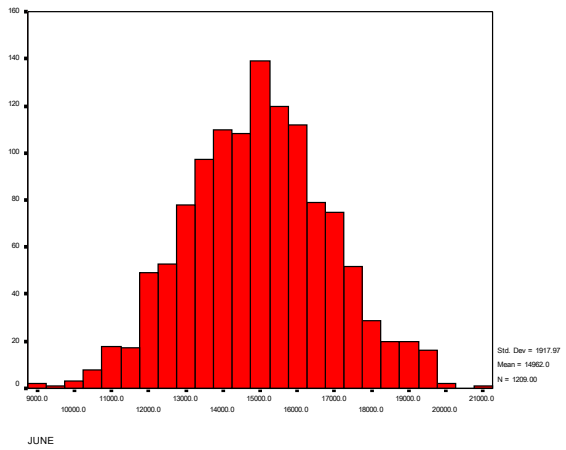
		JUNE
N		1209
Normal Parameters(a,b)	Mean	14961.9520
	Std. Deviation	1917.96789
Most Extreme Differences	Absolute	.022
	Positive	.022
	Negative	-.022
Kolmogorov-Smirnov Z		.774
Asymp. Sig. (2-tailed)		.586

ตารางที่18 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนมิถุนายน

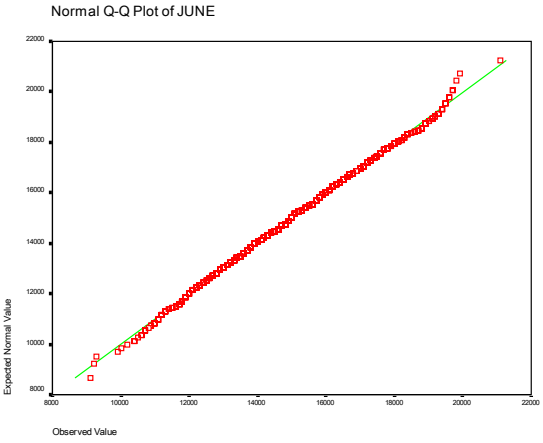
		JUNE
N		1209
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	9100.00
	Maximum	21100.00
Most Extreme Differences	Absolute	.212
	Positive	.212
	Negative	-.186
Kolmogorov-Smirnov Z		7.381
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่19 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบป๋วซองของเดือนมิถุนายน

		JUNE
N		1209
Poisson Parameter(a,b)	Mean	14961.9520
Most Extreme Differences	Absolute	.434
	Positive	.434
	Negative	-.432
Kolmogorov-Smirnov Z		15.086
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่19 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนมิถุนายน



ภาพที่20 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนมิถุนายน

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนมิถุนายน สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนมิถุนายนมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.586 และค่า Z = 0.774 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนมิถุนายนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 14961.95 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1917.97 หน่วย

4.1.7 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนกรกฎาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนกรกฎาคม การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนกรกฎาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนกรกฎาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่20 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนกรกฎาคม

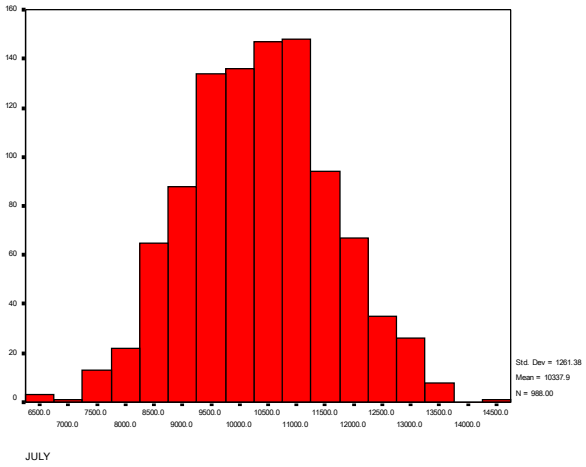
		JULY
N		988
Normal Parameters(a,b)	Mean	10337.8543
	Std. Deviation	1261.37549
Most Extreme Differences	Absolute	.033
	Positive	.033
	Negative	-.027
Kolmogorov-Smirnov Z		1.037
Asymp. Sig. (2-tailed)		.233

ตารางที่21 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนกรกฎาคม

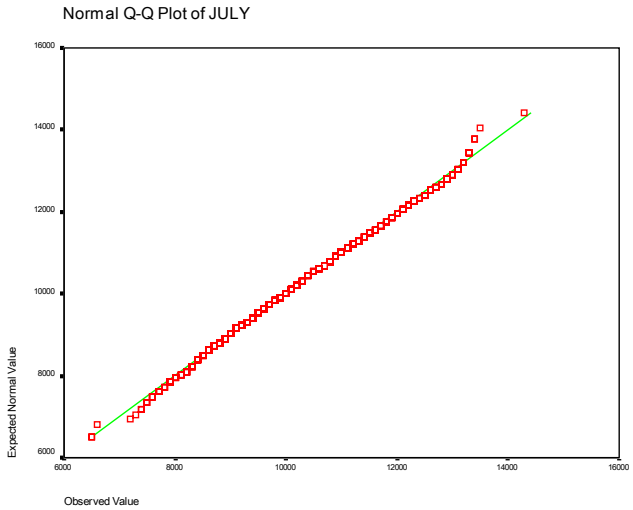
		JULY
N		988
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6500.00
	Maximum	14300.00
Most Extreme Differences	Absolute	.204
	Positive	.204
	Negative	-.191
Kolmogorov-Smirnov Z		6.416
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่22 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนกรกฎาคม

		JULY
N		988
Poisson Parameter(a,b)	Mean	10337.8543
Most Extreme Differences	Absolute	.432
	Positive	.432
	Negative	-.417
Kolmogorov-Smirnov Z		13.569
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่21 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนกรกฎาคม



ภาพที่22 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนกรกฎาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนกรกฎาคม สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนกรกฎาคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.233 และค่า Z = 1.037 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนกรกฎาคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 10337.85 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1261.38 หน่วย

4.1.8 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนสิงหาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนสิงหาคม การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนสิงหาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนสิงหาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่23 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนสิงหาคม

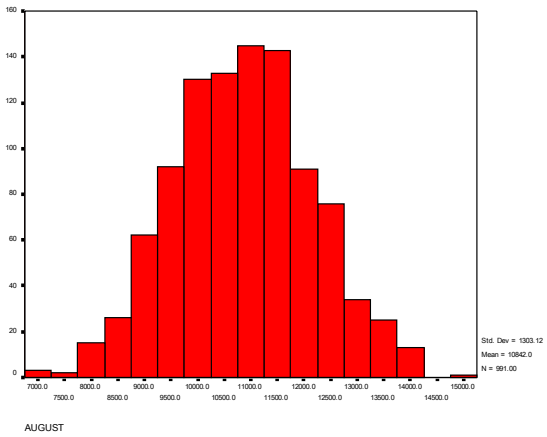
		AUGUST
N		991
Normal Parameters(a,b)	Mean	10841.9778
	Std. Deviation	1303.11737
Most Extreme Differences	Absolute	.033
	Positive	.033
	Negative	-.024
Kolmogorov-Smirnov Z		1.045
Asymp. Sig. (2-tailed)		.225

ตารางที่24 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนสิงหาคม

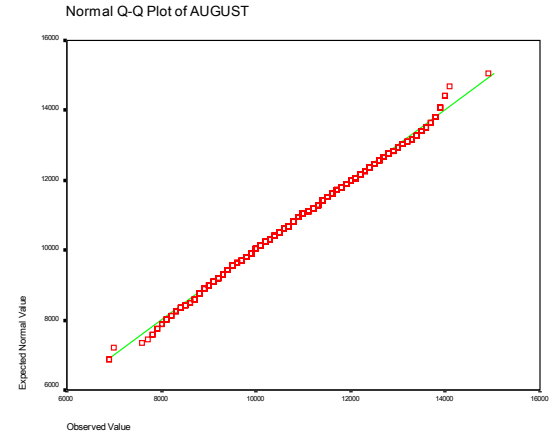
		AUGUST
N		991
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6900.00
	Maximum	14900.00
Most Extreme Differences	Absolute	.203
	Positive	.203
	Negative	-.191
Kolmogorov-Smirnov Z		6.382
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่25 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบป๋วซองของเดือนสิงหาคม

		AUGUST
N		991
Poisson Parameter(a,b)	Mean	10841.9778
Most Extreme Differences	Absolute	.432
	Positive	.432
	Negative	-.420
Kolmogorov-Smirnov Z		13.599
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่23 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนสิงหาคม



ภาพที่24 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนสิงหาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการ ในเดือนสิงหาคม สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนสิงหาคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.225 และค่า Z = 1.045 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนสิงหาคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 10841.98 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1303.12 หน่วย

4.1.9 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนกันยายน

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนกันยายนการทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนกันยายนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนกันยายนมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่26 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนกันยายน

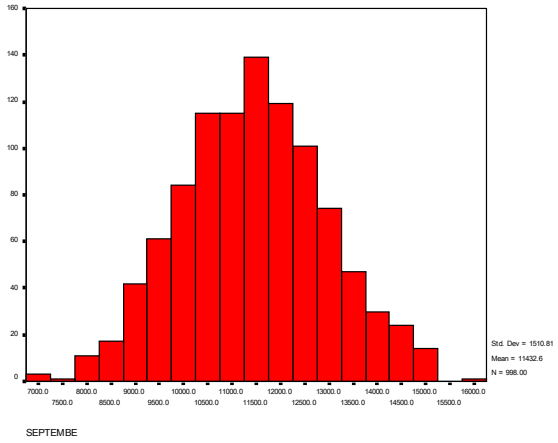
		SEPTEMBE
N		998
Normal Parameters(a,b)	Mean	11432.5651
	Std. Deviation	1510.80748
Most Extreme Differences	Absolute	.027
	Positive	.027
	Negative	-.021
Kolmogorov-Smirnov Z		.862
Asymp. Sig. (2-tailed)		.447

ตารางที่27 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนกันยายน

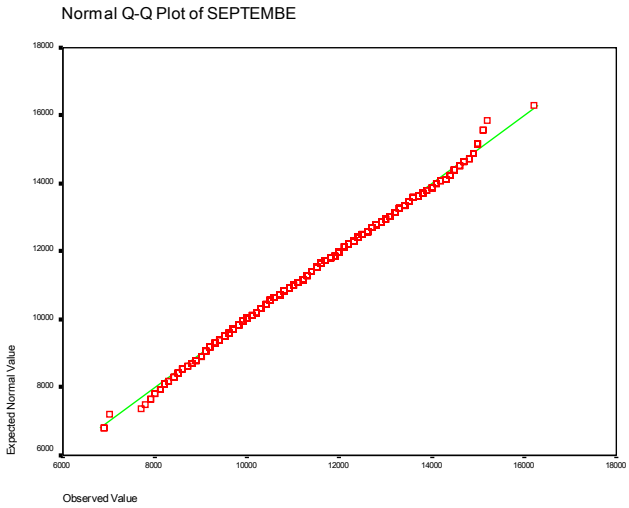
		SEPTEMBE
N		998
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6900.00
	Maximum	16200.00
Most Extreme Differences	Absolute	.209
	Positive	.209
	Negative	-.185
Kolmogorov-Smirnov Z		6.608
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่28 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนกันยายน

		SEPTEMBE
N		998
Poisson Parameter(a,b)	Mean	11432.5651
Most Extreme Differences	Absolute	.435
	Positive	.435
	Negative	-.424
Kolmogorov-Smirnov Z		13.746
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่25 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนกันยายน



ภาพที่26 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนกันยายน

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนกันยายน สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนกันยายนมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.447 และค่า Z = 0.862 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนกันยายนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 11432.57 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1510.81 หน่วย

4.1.10 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนตุลาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนตุลาคม การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนตุลาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนตุลาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่29 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของเดือนตุลาคม

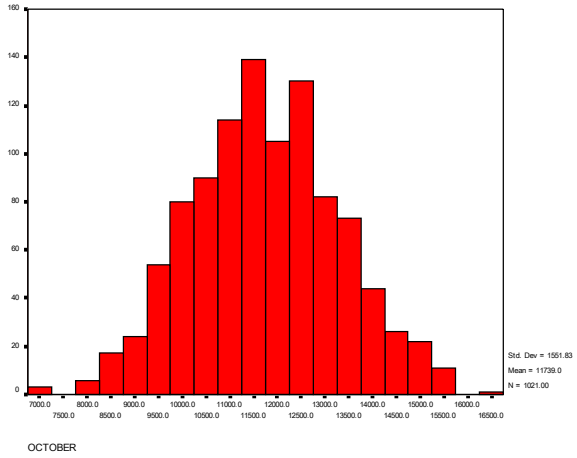
		OCTOBER
N		1021
Normal Parameters(a,b)	Mean	11738.9814
	Std. Deviation	1551.82642
Most Extreme Differences	Absolute	.027
	Positive	.027
	Negative	-.022
Kolmogorov-Smirnov Z		.860
Asymp. Sig. (2-tailed)		.450

ตารางที่30 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนตุลาคม

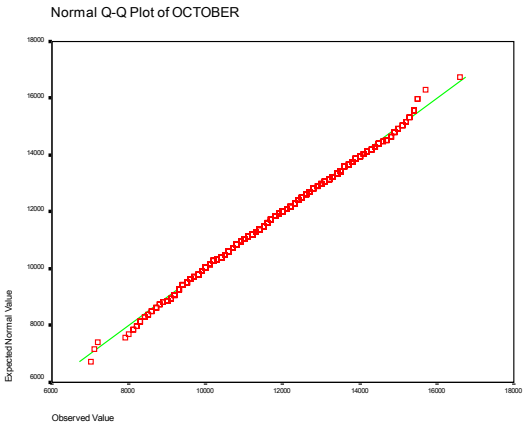
		OCTOBER
N		1021
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	7000.00
	Maximum	16600.00
Most Extreme Differences	Absolute	.203
	Positive	.203
	Negative	-.191
Kolmogorov-Smirnov Z		6.483
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่31 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนตุลาคม

		OCTOBER
N		1021
Poisson Parameter(a,b)	Mean	11738.9814
Most Extreme Differences	Absolute	.438
	Positive	.438
	Negative	-.426
Kolmogorov-Smirnov Z		13.991
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่27 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนตุลาคม



ภาพที่28 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนตุลาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนตุลาคม สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนตุลาคมมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.450 และค่า Z = 0.860 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนตุลาคมมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 11738.98 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1551.83 หน่วย

4.1.11 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนพฤศจิกายน

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนพฤศจิกายน การทดสอบภาวะสารรูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนพฤศจิกายนมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนพฤศจิกายนมีการแจกแจงแบบอื่น ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่32 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนพฤศจิกายน

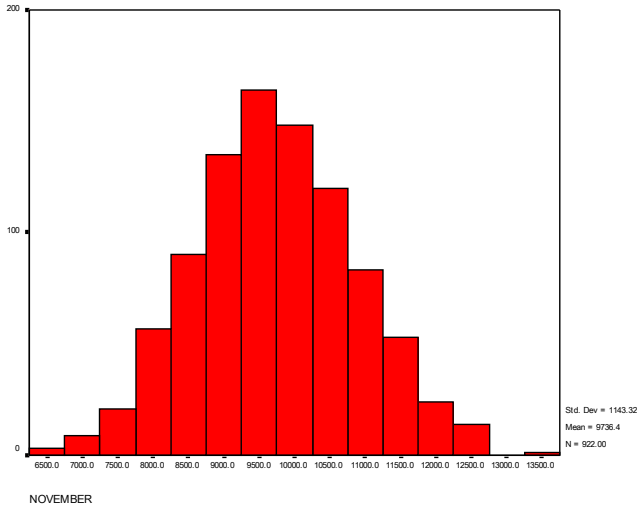
		NOVEMBER
N		922
Normal Parameters(a,b)	Mean	9736.4425
	Std. Deviation	1143.32103
Most Extreme Differences	Absolute	.033
	Positive	.033
	Negative	-.022
Kolmogorov-Smirnov Z		1.007
Asymp. Sig. (2-tailed)		.263

ตารางที่33 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนพฤศจิกายน

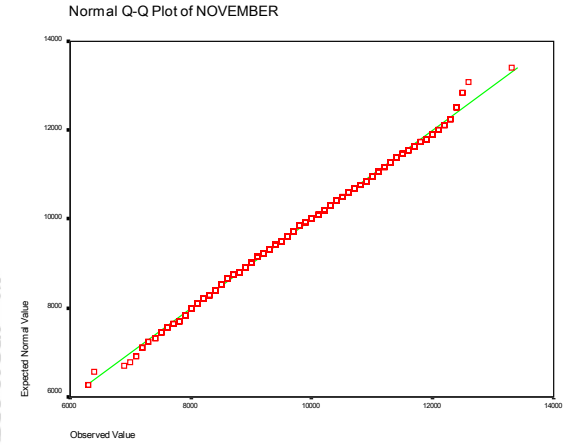
		NOVEMBER
N		922
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6300.00
	Maximum	13300.00
Most Extreme Differences	Absolute	.205
	Positive	.205
	Negative	-.190
Kolmogorov-Smirnov Z		6.238
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่34 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนพฤศจิกายน

		NOVEMBER
N		922
Poisson Parameter(a,b)	Mean	9736.4425
Most Extreme Differences	Absolute	.429
	Positive	.429
	Negative	-.411
Kolmogorov-Smirnov Z		13.023
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่29 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนพฤศจิกายน



ภาพที่30 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนพฤศจิกายน

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนพฤศจิกายน สรุปได้ว่าปริมาณความต้องการในเดือนพฤศจิกายนมีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.263 และค่า Z = 1.007 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่าปริมาณความต้องการในเดือนพฤศจิกายนมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 9736.44 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1143.32 หน่วย

4.1.12 ผลการทดสอบการแจกแจงปริมาณความต้องการอาหารสัตว์เดือนธันวาคม

จากข้อมูลจำนวนการสั่งซื้อของลูกค้าในตารางที่1 ใช้วิธี นอนพาราเมตริกของวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ หารูปแบบการแจกแจปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ในเดือนธันวาคม

การทดสอบภาวะสารูปสนิทดี ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานคือ

H_0 : ปริมาณความต้องการในเดือนธันวาคมมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ปริมาณความต้องการในเดือนธันวาคมมีการแจกแจงแบบอื่น

ซึ่งได้ผลจากการทดสอบโดยใช้โปรแกรม SPSS คือ

ตารางที่35 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนธันวาคม

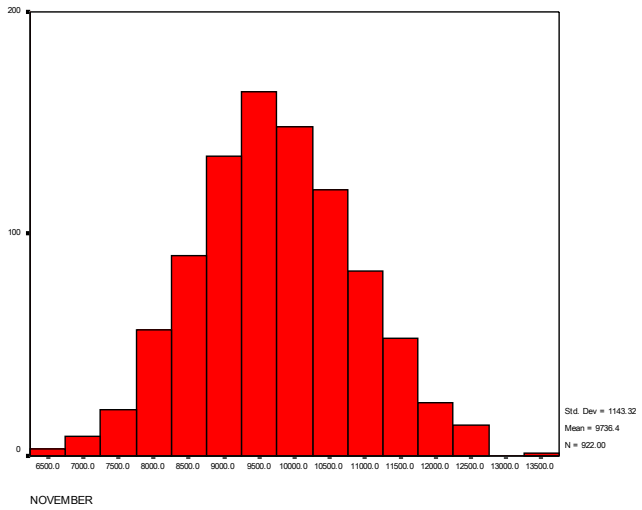
		DECEMBER
N		996
Normal Parameters(a,b)	Mean	10637.1486
	Std. Deviation	1240.94530
Most Extreme Differences	Absolute	.033
	Positive	.033
	Negative	-.025
Kolmogorov-Smirnov Z		1.042
Asymp. Sig. (2-tailed)		.228

ตารางที่36 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มของเดือนธันวาคม

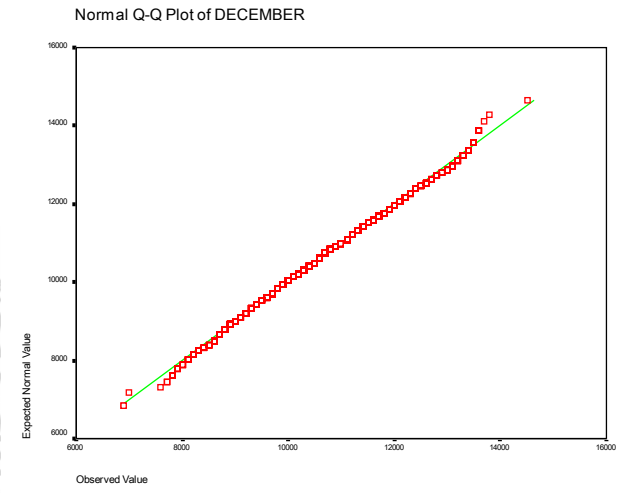
		DECEMBER
N		996
Uniform Parameters(a,b)	Minimum	6900.00
	Maximum	14500.00
Most Extreme Differences	Absolute	.204
	Positive	.204
	Negative	-.191
Kolmogorov-Smirnov Z		6.442
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000

ตารางที่37 ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปัวซองของเดือนธันวาคม

		DECEMBER
N		996
Poisson Parameter(a,b)	Mean	10637.1486
Most Extreme Differences	Absolute	.429
	Positive	.429
	Negative	-.416
Kolmogorov-Smirnov Z		13.541
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000



ภาพที่31 กราฟฮิสโตแกรมของการแจงแบบปกติของเดือนธันวาคม



ภาพที่32 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของเดือนธันวาคม

จากการทดสอบเพื่อหาการแจกแจงของปริมาณความต้องการในเดือนธันวาคม สรุปได้ว่า ปริมาณความต้องการในเดือนธันวาคม มีการแจกแจงแบบปกติ และพิจารณาจากตารางฮิตโตแกรม ตารางQ-Q พล๊อต และจากการทดสอบด้วยวิธีโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ค่า P = 0.228 และค่า Z = 1.042 สรุปได้ว่า ยอมรับสมมติฐานหลัก แสดงว่า ปริมาณความต้องการในเดือนธันวาคม มีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีค่าเฉลี่ย 10637.15 หน่วย (30 กก./หน่วย) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1240.95 หน่วย

4.2 ผลการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน

ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ของงานวิจัยนี้ใช้วิธีกำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้น (stochastic linear programming)

4.2.1 ลักษณะของปัญหา

สำหรับในงานวิจัยนี้ซึ่งเป็นปัญหาของการหาค่าใช้จ่ายต่ำสุดภายใต้สถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นเมื่อปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้ามีความไม่แน่นอน ทำให้การวางแผนการผลิตของทางโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ไม่ทราบว่าจำนวนสินค้าที่ลูกค้าจะสั่งซื้อในแต่ละครั้งมีจำนวนเท่าใด แต่ก็สามารถคาดการณ์ได้ว่ายอดสั่งซื้อจะอยู่ประมาณเท่าใด และทราบว่ามีการแจกแบบปกติ (normal) ซึ่งมีคำสั่งซื้อสินค้าเข้ามาเป็นรายเดือนมีปริมาณไม่แน่นอน โรงงานจะทำการพยากรณ์ยอดสั่งซื้อในช่วง 12 เดือน โดยข้อมูลที่ได้พยากรณ์ขึ้นมานั้นกำหนดให้มีการแจกแจงแบบปกติ (normal) โดยรู้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และในแต่ละเดือนโรงงานจะทำการผลิตสินค้าจำนวนหนึ่ง ถ้าผลิตมากเกินกว่าปริมาณที่ลูกค้าสั่งซื้อ โรงงานจะมีค่าใช้จ่ายที่เรียกว่าค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาสินค้า (holding cost) แต่ถ้าผลิตน้อยเกินไปไม่เพียงพอกับความต้องการของลูกค้า โรงงานจะมีค่าใช้จ่ายที่เรียกว่า ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อย้อนหลัง (back order cost) โดยมีข้อมูลเป็นดังนี้

ตารางที่38 ค่าต่างๆเพื่อใช้ในการป้อนข้อมูลในโปรแกรม Matlab (1 หน่วย=30 กก.)

เดือน	ปริมาณความต้องการ		ค่าใช้จ่ายในการ	ค่าใช้จ่าย	ราคาขายส่ง
	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (1หน่วย)	จัดเก็บ (ต่อหน่วย)	ผลิตสินค้าไม่ทัน (ต่อหน่วย)	(ต่อหน่วย)
ม.ค.	10938.18	1573.96	35.50	53.25	355
ก.พ.	12928.09	1785.91	35.80	53.70	358
มี.ค.	11933.00	1657.50	35.80	53.70	358
เม.ย.	13144.10	1862.00	35.80	53.70	358
พ.ค.	15506.72	1968.08	35.90	53.85	359
มิ.ย.	14961.95	1917.97	35.90	53.85	359
ก.ค.	10337.85	1261.38	36.20	54.30	362
ส.ค.	10841.98	1303.12	36.20	54.30	362
ก.ย.	11432.57	1510.81	36.20	54.30	362
ต.ค.	11738.98	1551.83	36.20	54.30	362
พ.ย.	9736.44	1143.32	36.50	54.75	365
ธ.ค.	10637.15	1240.95	36.50	54.75	365

ในการหาคำตอบได้ทำการเขียนอัลกอริทึมในโปรแกรมสำเร็จรูป MATLAB และใช้คำสั่งในกล่องเครื่องมือของซอฟต์แวร์ที่ชื่อ Linprog โดยให้ปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อมีการแจกแจงแบบปกติ และปริมาณสินค้าที่คาดว่าลูกค้าจะสั่งซื้อเป็นข้อมูลชนิดต่อเนื่อง (continuous data) แต่ในตัวแบบกำหนดการเชิงเฟ้นสุ่มเชิงเส้นในงานวิจัยนี้ได้ประมาณการให้ใช้กับข้อมูลชนิดไม่ต่อเนื่อง (discrete) โดยทำการเขียนโปรแกรมให้สุ่มเลขสุ่มปริมาณสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อให้มีการแจกแจงแบบปกติ ตามค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ป้อนให้ในแต่ละเดือน และกำหนดจำนวนทางเลือกของเลขสุ่มได้ตามต้องการ โปรแกรมในงานวิจัยนี้สามารถใส่จำนวนทางเลือกของเลขสุ่มจากจำนวนทางเลือกน้อยๆ และเพิ่มขึ้นครั้งละเท่าๆกัน ไปจนถึงจำนวนทางเลือกของเลขสุ่มจากจำนวนมากๆ พร้อมกันเพื่อดูว่าจำนวนทางเลือกเท่าใดจึงจะทำให้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดไม่ต่างกัน เช่น 2:50:5000 หลังจากนั้นจึงนำค่าทางเลือกที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดไปคำนวณหาค่าปริมาณการผลิตแต่ละเดือน(x1-x12) และค่าใช้จ่ายต่ำสุด (z) ต่อไป และโปรแกรมยังสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายต่ำสุดได้หลายๆครั้ง เพื่อนำค่าใช้จ่ายต่ำสุดทุกๆค่าที่คำนวณได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อดูว่าค่าใช้จ่ายต่ำสุดในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกันเท่าไร เพื่อที่จะได้นำไปคำนวณหาช่วงความเชื่อมั่นของโปรแกรม เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจ โดยมีตัวอย่างของโค๊ดโปรแกรม Matlab ดังนี้

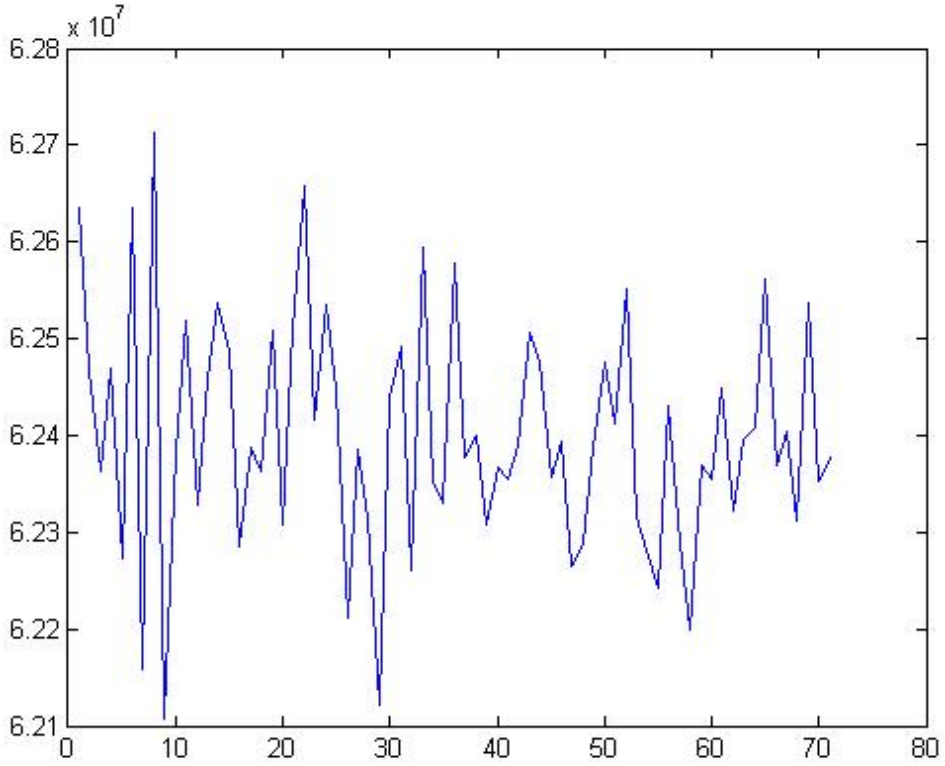
```
function X = linMAT(M,M_tol,point)
min = M - M_tol;
[r,c] = size(M);
mone = ones(r,c);
PM = point*mone;
res = (2*M_tol)./(PM-mone);
X = sparse(r*point,c);
X = full(X);
for i = 1:point
    X(1+(i-1)*r:r+(i-1)*r,:) = min + (i-1)*mone.*res;
end;

function dummy = lstart(list)
clc;
r = 1;
n = length(list);
XLIST = [];
ZLIST = [];
for event = list
    clc;
    disp(['Process ' num2str(r) '/' num2str(n)])
    [x,z] = st(event);
    XLIST = [XLIST x];
    ZLIST = [ZLIST z];
    r = r + 1;

end;
save('list_result','XLIST','ZLIST');

end


function X = mdiag(M,m)
X = [];
for i = 1:m
    X = blkdiag(X,M);
    X = sparse(X);
end;



function x = printline(symb,n)
text = symb;
t = [];
for i = 1:n
    t = [t,text];
end;
disp(t);

function dummy = report(x,z,b,b_tol)

for i = 1:12
```

```
    disp(['       x' num2str(i) ' = ' num2str(x(i)) '
[' num2str(b(i)-b_tol(i)) ',' num2str(b(i)+b_tol(i)) ']']);
end;
disp(['       Minimum Cost = ' num2str(z)]);
printline('_',80);

end

function x = selfcat(A,n,text)
[row_A,col_A] = size(A);
switch text
    case 'vertical'
        ROW = row_A*n;
        x = sparse(ROW,col_A);
        x = full(x);
        for i = 1:n
            k = row_A*i-row_A+1;
            x(k:k+row_A-1,:) = A;
        end;
    case 'horizonal'
        COL = col_A*n;
        x = sparse(row_A,COL);
        x = full(x);
        for i = 1:n
            k = col_A*i-col_A+1;
            x(:,k:k+col_A-1) = A;
        end;

end;

function [ASYS,BSYS,FSYS,time] = setup(b,b_tol,fx,fles,fexd,event)
disp(['Setup was started with ' num2str(event) ' events']);
disp('       Work process : Setup [A] was started ...');
tic;
alpha = speye(12);
beta = alpha;
for i = 1:12
    for j = 1:12
        if (i == j + 1)
            beta(i,j) = 1;
        end;
    end;
end;
A1 = selfcat(alpha,event,'vertical');
A2 = mdiag(beta,event);
ASYS = [A1 A2 -A2];
clear('alpha','beta','A1','A2');
time(1) = toc;
disp(['       Work process : Setup [A] was completed in '
num2str(time(1)) ' seconds']);

disp('       Work process : Setup [b] was started ...');
tic;
BSYS = [];
bstdv = (1/3)*b_tol;
for r = 1:event
    bsub = random('norm',b,bstdv);
```

```
    BSYS = [BSYS;bsub];
end;
clear('bsub');
time(2) = toc;
disp(['       Work process : Setup [b] was completed in '
num2str(time(2)) ' seconds']);

disp('       Work process : Setup [Prob] was started ...');
tic;
Bmean = selfcat(b,event,'vertical');
Bstdv = selfcat(bstdv,event,'vertical');
psys = dnormp(BSYS,Bmean,Bstdv,event);
clear('Bmean','Bstdv');
time(3) = toc;
disp(['       Work process : Setup [Prob] was completed in '
num2str(time(3)) ' seconds']);


disp('       Work process : Setup [f] was started ...');
tic;
FLES = selfcat(fles,event,'vertical');
FEXD = selfcat(fexd,event,'vertical');
FLES = psys.*FLES;
FEXD = psys.*FEXD;
FSYS = [fx;FLES;FEXD];
clear('FLES','FEXD','psys');
time(4) = toc;
disp(['       Work process : Setup [f] was completed in '
num2str(time(4)) ' seconds']);

disp('Setup Completed ');
end
```

ผลจากการรันโปรแกรม ของปัญหาการวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน แสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

ผลการคำนวณหาทางเลือกของข้อจำกัดที่เหมาะสมแสดงได้ดังภาพที่32

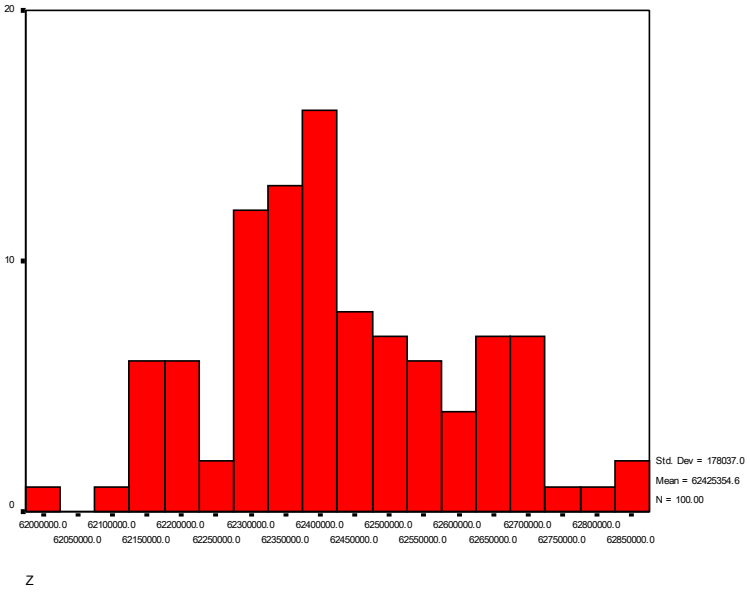


ภาพที่ 32 ผลการคำนวณหาทางเลือกของข้อจำกัดที่เหมาะสม

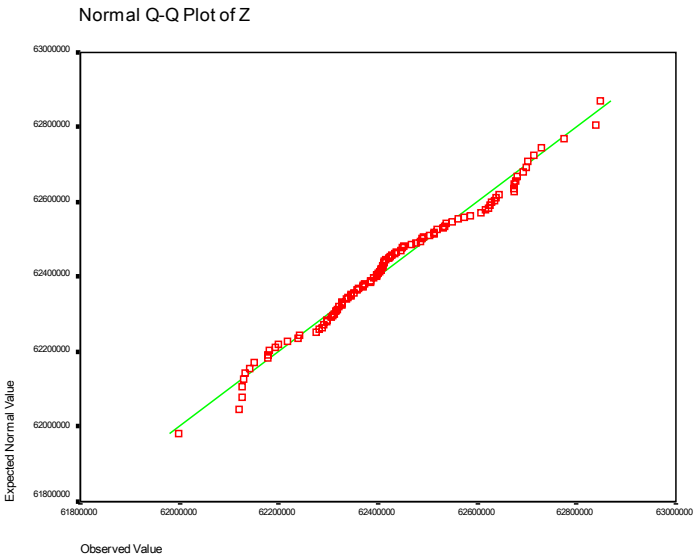
จากภาพข้างบน ได้กำหนดทางเลือก ข้อจำกัดตั้งแต่ 24 ทางเลือก และเพิ่มขึ้นครั้งละ 120 ทางเลือก ไปจนถึง 60000 ทางเลือก แสดงให้เห็นว่าประมาณตั้งแต่ 1500 ทางเลือกขึ้นไปค่า ใช้จ่ายต่ำสุด(z) เริ่มไม่แกว่ง และมีแนวโน้มไปเรื่อยๆ จึงสรุปว่า ควรใส่ทางเลือกมากกว่า 1500 ทางเลือก แต่ก็ควรดูว่าถ้าใส่จำนวนทางเลือกมากขึ้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถรันผลได้หรือเปล่า และลองใส่ค่าทางเลือก120000 ทางเลือก ด้วยคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ความเร็ว CPU 2.40 GHz แรม 4 GB ซึ่งใช้เวลา setup เมตริกต่างๆประมาณ 107 วินาที และใช้เวลาคำนวณหาคำตอบช้ามาก ดังนั้นจึงลดทางเลือกลงเหลือ 60000 ทางเลือก และกำหนดให้ทำซ้ำๆกัน 100 ครั้ง เวลา setup เมตริกต่างๆ ประมาณ 26 วินาที และใช้เวลาคำนวณหาคำตอบประมาณ 55 วินาทีต่อครั้ง ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 62,422,386.98 บาท และค่าปริมาณการผลิตแต่ละเดือน เฉลี่ย ดังตารางข้างล่าง

ตารางที่39 ค่าใช้จ่ายต่ำสุดเฉลี่ย

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Z	100	62,243,948.67	62,600,825.29	62,422,386.98	178,438.31



ภาพที่ 33 กราฟฮิสโตแกรมของค่าใช้จ่ายต่ำสุด



ภาพที่34 กราฟ Q-Q Plot ของการแจงแบบปกติของค่าใช้จ่ายต่ำสุด

ตารางที่40 ปริมาณการผลิตเฉลี่ยของแต่ละเดือน

เดือน	ปริมาณการผลิต (หน่วย(30 กก.))
1	10936.94
2	12913.74
3	11898.12
4	13096.01
5	15443.26
6	14916.33
7	10322.64
8	10818.21
9	11393.11
10	11700.72
11	9706.05
12	11702.05

นำข้อมูล มาหาช่วงความเชื่อมั่น 95%ของค่าใช้จ่ายต่ำสุดจะได้เท่ากับ (62,387,413.71, 62,457,360.25) คำนวณค่าเปอร์เซ็นไทล์ของค่าใช้จ่ายต่ำสุด และค่าใช้จ่ายสูงสุด ซึ่งสรุปได้ว่ามีจำนวนข้อมูลอยู่ร้อยละ 2.50 ของข้อมูลทั้งหมดที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า 62,387,413.71 และมีจำนวนข้อมูลอยู่ร้อยละ 2.50 ของข้อมูลทั้งหมดที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า 62,457,360.25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาการวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

5.1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างคือโรงงานอาหารสัตว์แห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของจังหวัดนครราชสีมา โดยศึกษาเฉพาะอาหารสัตว์ของไก่ไข่ โดยทำการเก็บข้อมูลของปริมาณความต้องการซื้ออาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ของลูกค้า ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้าย้อนหลัง ในแต่ละเดือนจำนวน 2 ปี ของปี พ.ศ. 2551-2552

5.2 ลักษณะการแจกแจงของปริมาณความต้องการซื้ออาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ของลูกค้า

ในการทดสอบการแจกแจงของปริมาณความต้องการซื้ออาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ของลูกค้า ในแต่ละเดือน โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows สร้างตารางแจกแจงความถี่ กราฟฮิสโตแกรม กราฟ Q-Q Plot และทดสอบภาวะสารูปสนิทดี โดยใช้วิธีนอนพาราเมตริกของโคลโมโกรอฟ – สเมอร์นอฟ ของแต่ละเดือน ซึ่งผลที่ได้ คือปริมาณความต้องการซื้ออาหารสัตว์ชนิดอาหารไก่ไข่ของลูกค้าต่อหน่วย ในแต่ละเดือนมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละเดือนคือ เดือนมกราคม ได้ค่าเฉลี่ย 10938.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1573.96 เดือนกุมภาพันธ์ ได้ค่าเฉลี่ย 12928.09ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1785.91 เดือนมีนาคม ได้ค่าเฉลี่ย 11933.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1657.50 เดือนเมษายนได้ค่าเฉลี่ย 13144.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1862.00 เดือนพฤษภาคม ได้ค่าเฉลี่ย 15506.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1968.08 เดือนมิถุนายน ได้ค่าเฉลี่ย 14961.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1917.97 เดือนกรกฎาคม ได้ค่าเฉลี่ย 10337.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1261.38 เดือนสิงหาคม ได้ค่าเฉลี่ย 10841.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1303.12 เดือนกันยายน ได้ค่าเฉลี่ย 11432.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1510.81 เดือนตุลาคม ได้ค่าเฉลี่ย 11738.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1551.83 เดือนพฤศจิกายน ได้ค่าเฉลี่ย 9736.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน1143.32 เดือนธันวาคม ได้ค่าเฉลี่ย 10637.15 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1240.95

5.3 การวางแผนการผลิตรวม

ตัวแบบที่ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตรวมเพื่อหาปริมาณการผลิตเหมาะที่สุดภายใต้ปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ของงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีกำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นโดยเขียนอัลกอริทึม ของปัญหานี้ด้วยโปรแกรม MATLAB และใช้คำสั่งในกล่องเครื่องมือของซอฟต์แวร์ที่ชื่อ Linprog ในการแก้หาคำตอบของค่าใช้จ่ายต่ำสุด และปริมาณการผลิตที่เหมาะสม ซึ่งได้ผลจากการรันโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค ที่ความเร็ว CPU 2.40 GHz แรม 4 GB และได้กำหนดทางเลือกของข้อจำกัดตั้งแต่ 24 ทางเลือก และเพิ่มขึ้นครั้งละ 120 ทางเลือก ไปจนถึง 60000 ทางเลือก พบว่าประมาณตั้งแต่ 1500 ทางเลือกขึ้นไป ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด(z) เริ่มมีแนวโน้มไปทางเดียวกันเรื่อยๆ จึงสรุปว่า ควรใส่ทางเลือกมากกว่า 1500 ทางเลือก แต่ก็ควรดูว่าถ้าใส่จำนวนทางเลือกมากขึ้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะสามารถรันผลได้หรือเปล่า จึงได้ลองใส่ค่าทางเลือกด้วยทางเลือกของข้อจำกัดมากกว่า 120000 ซึ่งใช้เวลา setup เมตริกต่างๆประมาณ 107 วินาที และใช้เวลาคำนวณหาคำตอบช้ามาก ดังนั้นจึงลดทางเลือกลงเหลือ 60000 ทางเลือก และกำหนดให้ทำซ้ำๆกัน 100 ครั้ง ได้เวลา setup เมตริกต่างๆประมาณ 26 วินาที และใช้เวลาคำนวณหาคำตอบประมาณ 55 วินาทีต่อครั้ง ได้ค่าใช้จ่ายต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 62,422,386.98 บาท และได้ค่าปริมาณการผลิตเฉลี่ยเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมคือ 10936.94, 12913.74, 11898.12, 13096, 15443.26, 14916.33, 10322.64, 10818.21, 11393.11, 11700.72, 9706.05 และ 11702.05 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อๆไป อาจจะใช้การวิเคราะห์ตัวแบบของกำหนดการเฟ้นสุ่มเชิงเส้นของปัญหาการวางแผนการผลิตรวมโดยเพิ่มข้อจำกัดอื่นๆอีก เช่น ค่าใช้จ่ายในการสูญเสียการขาย เป็นต้น เพื่อให้การวางแผนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น
2. นำวิธีการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้งานอุตสาหกรรมทางด้านอื่นๆ และงานทางด้านอื่นๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บรรณานุกรม

พิศิษฐ์ แสง-ชูโต และคณะ.(2551). “การวางแผนการผลิตรวมภายใต้ปริมาณความต้องการไม่แน่นอนโดยใช้วิธีกำหนดการเฟ้นสุ่ม”ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ.

พีรยุทธ์ ชาญเศรษฐิกุล (2535). แถวคอยและการจำลองสถานการณ์, หนังสือคำสอน ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์:กรุงเทพฯ.

วิชัย รุ่งเรืองอนัต์ และคณะ. “การหาปริมาณการสั่งซื้อที่มีความต้องการผันแปรสุ่มแบบไม่ – ต่อเนื่อง”,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2536, หน้า 18-20.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ และคณะ. การวิจัยปฏิบัติงาน . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์.

วิชิต หล่อจีรชุณห์กุล.ทฤษฎีสินค้าคงคลัง,โครงการส่งเสริมวิชาการ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์: กรุงเทพฯ, 2536.

วิสาข์ เกษประทุม (2545). สถิตินอนพาราเมตริก. พ.ศ. พัฒนา : กรุงเทพฯ.

Brige J.R. and Louvaux F. Introduction to Stochastic Programming. Springer Science and Business Media. Inc. 1997.

Gerd Infanger. ”Planning under uncertainty solving large scale stochastic linear programs”,1993, pp 15-22.

Gupta S.M., L. Brennan. “Heuristic and Optimal Approaches to Lot-sizing Incorporating.

Backorder : An Empirical Evaluation”, INT.JPROD.RES , 1992, vol 30, pp. 2813-2824.

Hadley G. , Whitin T.M. “Analysis of Inventory Systems” Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1963, pp. 42-50.

Hillier F, S., G. J. Lieberman (2001). Introduction to Operation Research. 7th ed, McGraw -Hill New York.

Kall P. and Mayer J. Stochastic Linear Programming: Models, Theory, and Computation. Kluwer Academic Publishers, 2005.

Kelton D.W., Sadowski , R.P. and Sturrock D.T.(2003). “Simulation with Arena”-3rd ed., International Edition, McGraw-Hill, The McGraw-Hill Company, Inc.

Khalid Sheikh. Manufacturing Resource Planning, McGraw-Hill Higher Education, International Edition, 2002.

Law A. , Kelton D. Simulation Modeling and Analysis,

McGraw-Hill, 3rd Edition, 2000.

Maria A.(1997). "Introduction to model and simulation", Proceeding of the 1997 Winter simulation Conference ed. S. Andradottir, K.J. Healy, D.H. Withers, and B.L.Nelson.

M. D. Rossetti, G. F. Trzcinski, and S. A. Syverud (1999) "Emergency Department Simulation and Determination of Optimal Attending Physician Staffing Schedles" Winter Simulation Conference Proceedings, ed. Farrington,P.A.,Nembhard. D. T., and Even, G. W.

M. L. Weng, and A. A. Houshmand (1999). "Healthcare Simulation: A Case Study at a Local Clinic" Winter Simulation Conference Proceedings, ed. Farrington,P.A.,Nembhard. D. T., and Even, G. W.

Sule D.R. Production Planning and Industrial Scheduling: Examples, Case Studies and Applications, second edition. 1996.

Taha H. A (2003). Operation Research An Introduction. 5th ed.Macmilian New York.

Veinott A.F. "Operation Research Application and Algorithms" Unpublished class note for the Progra In Operation Research at Stanford University, 1963, pp. 1096-1097

Wagner H , T.M. Whitin. "Dynamic Version of Economic Lot Size Model" , Management Science, 1958, pp. 89- 96

http://www.logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=579:simulation-model&catid=43:technologies&Itemid=91

http://www.tuct.ac.th/Computer/sm/Chapter3.pdf

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล: นายดำรงฤทธิ์ พลสุวัตถิ์

(Mr. Damrongrit Balasuvatthi)

ตำแหน่ง: อาจารย์ระดับ 7 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

การศึกษา: ค.อ.บ. วิศวกรรมเขียนแบบและออกแบบการผลิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ค.อ.ม. บริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ-สกุล: นายพิษณุ ทองขาว

(Mr. Pitsanu Tongkhow)

ตำแหน่ง: อาจารย์ระดับ 5 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

การศึกษา: ค.อ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ-ออกแบบการผลิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

ว.ศ.ม. วิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ