



การวางแผนการผลิตสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วยค่าใช้จ่ายคงที่ : กรณีศึกษาสินค้า
กระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต



โดย
นายสรไกร อังสุทัตสรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวางแผนการผลิตสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วยค่าใช้จ่ายคงที่ :
กรณีศึกษาสินค้ากระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

PRODUCTION PLANNING FOR MULTI-PRODUCTS AND PERIOD WITH FIXED
CHARGES PROBLEM : CASE STUDY OF CONCRETE ROOF TILES



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements
for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)
Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2017
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ การวางแผนการผลิตสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วย
ค่าใช้จ่ายคงที่ : กรณีศึกษาสินค้ากระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต
โดย สรไกร อังสุทัตสรณ์
สาขาวิชา การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณศ พันธุ์สวาสดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

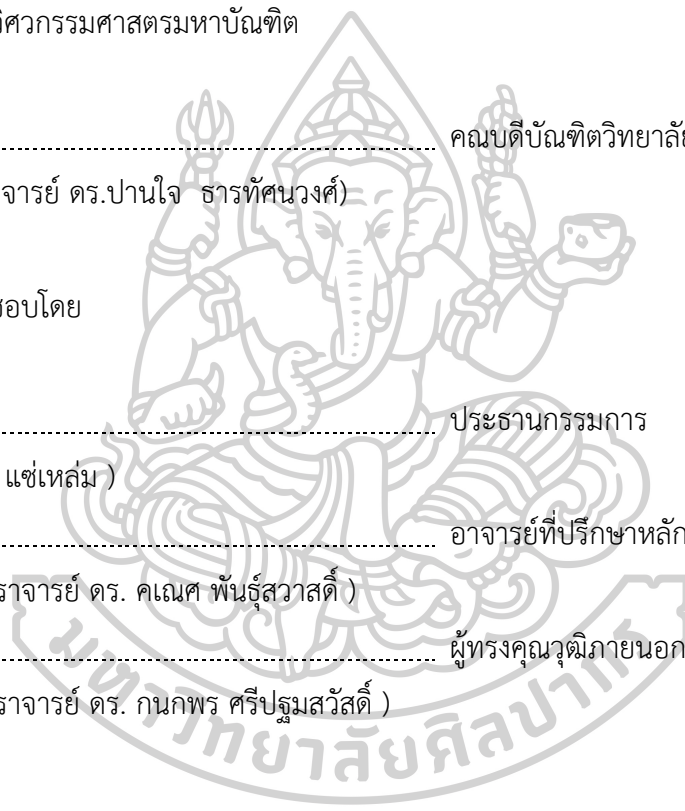
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ชารท์คนวงศ์)

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณศ พันธุ์สวาสดี)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์)



58405310 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

คำสำคัญ : สินค้าขาดมือ, การวางแผนการผลิต, โปรแกรมจำนวนเต็มแบบผสม

นาย สรไกร อังสุทัตสรณ์: การวางแผนการผลิตสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วย
ค่าใช้จ่ายคงที่ : กรณีศึกษาสินค้ากระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วย
ศาสตราจารย์ ดร. คณศ พันธ์สุวรรณาสี

โรงงานผลิตวัสดุก่อสร้างมีความสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทย
ปัญหาสำคัญของการวางแผนการผลิตคือกำลังการผลิตไม่เพียงพอและมีสินค้าขาดมือ งานวิจัยนี้จึงมี
วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมในการวางแผนการผลิตเพื่อแก้ปัญหา
กำลังการผลิตและสินค้าขาดมือ โดยในขั้นแรกใช้การวิเคราะห์แบบ ABC เพื่อเลือกรายการสินค้ามาใช้
ในการแก้ปัญหาและใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการแก้ปัญหาการวางแผนการ
ผลิต เมื่อเปรียบเทียบกับผลการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือน
ธันวาคม ปี 2559 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสามารถลดปัญหาสินค้าขาดมือได้ 82.14% และลด
ต้นทุนจากการวางแผนการผลิตได้ 1,860,321 บาท

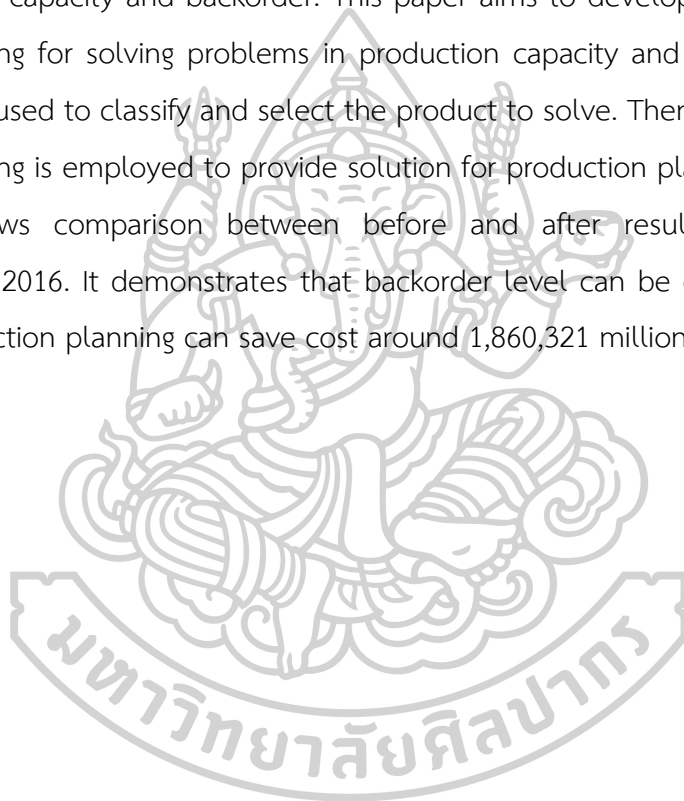


58405310 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)

Keyword : Backorder Production Planning Mixed integer linear programming

MR. SORAKRAI AUNGSUTUTSORN : PRODUCTION PLANNING FOR MULTI-PRODUCTS AND PERIOD WITH FIXED CHARGES PROBLEM : CASE STUDY OF CONCRETE ROOF TILES THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR KANATE PANSAWAT, PH.D.

Construction material production factories are important for Thailand construction industry. Important problems of production planning are lack of production capacity and backorder. This paper aims to develop mixed integer linear programming for solving problems in production capacity and backorder. First, ABC analysis is used to classify and select the product to solve. Then, mixed integer linear programming is employed to provide solution for production planning problems. The study shows comparison between before and after results from January to December 2016. It demonstrates that backorder level can be decreased by 82.14% and production planning can save cost around 1,860,321 million baht.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยจากการได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิศ พันธุ์สวัสดิ์ รวมทั้งคณาจารย์ที่ให้คำแนะนำเพื่อความสมบูรณ์ถูกต้องของวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วย อาจารย์ ดร. สิทธิชัย แซ่เหล่ม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบคุณคณะผู้บริหารและพนักงานโรงงานกรณีศึกษาทุกท่าน ที่ได้สนับสนุนข้อมูลสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้และคำแนะนำข้อชี้แนะต่างๆเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขในอนาคต

สุดท้ายนี้ใคร่ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน รวมทั้งบุคคลท่านอื่นๆ ที่มีได้กล่าวถึง ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สรไกร อังสุทัตสรณ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดของงานวิจัย.....	3
1.5 สมมติฐานของงานวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.7 นิยามศัพท์.....	4
บทที่ 2.....	5
การทบทวนวรรณกรรม.....	5
2.1 การวางแผนการผลิตสินค้า.....	5
2.2 การจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC (The ABC Inventory Classification System).....	5
2.3 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming).....	6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7

บทที่ 3	10
วิธีการศึกษา	10
3.1 การศึกษาปัญหาและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงานวิจัย	11
3.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา	11
3.3 การรวบรวมข้อมูลการวางแผนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา	13
3.4 การพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า	18
3.5 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน	25
บทที่ 4	26
ผลการวิจัย	26
4.1 ปริมาณการวางแผนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา	26
4.2 ปริมาณการวางแผนการผลิตจากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม	28
4.3 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง	30
บทที่ 5	36
สรุปผลการวิจัย	36
5.1 สรุปผลการวิจัย	36
5.2 การอภิปรายผล	37
5.3 ข้อเสนอแนะ	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	40
ภาคผนวก ก	41
การพัฒนาตนเอง	41
ประวัติผู้เขียน	43

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตปี 2559 : หน่วย บาท	2
ตารางที่ 2.1	สรุปรงานวิจัยที่ประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม	9
ตารางที่ 3.1	ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมปี 2559	11
ตารางที่ 3.2	ข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา	12
ตารางที่ 3.3	การวิเคราะห์กลุ่มสินค้าแบบ ABC	12
ตารางที่ 3.4	การจำแนกสินค้ากลุ่มกระเป๋ากองกริตด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC	13
ตารางที่ 3.5	ความต้องการสินค้ารายการที่ 1 ถึง 9 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559	13
ตารางที่ 3.6	ความต้องการสินค้ารายการที่ 10 ถึง 18 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559	14
ตารางที่ 3.7	ความต้องการสินค้ารายการที่ 19 ถึง 27 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559	14
ตารางที่ 3.8	กำลังการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิตเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2559	15
ตารางที่ 3.9	การกำหนดการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต	16
ตารางที่ 3.10	ข้อกำหนดการจัดเก็บสินค้าคงคลังของโรงงานกรณีศึกษา	17
ตารางที่ 4.1	ปริมาณการวางแผนการผลิตโรงงานกรณีศึกษาเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559	26
ตารางที่ 4.2	ปริมาณการวางแผนการผลิตสินค้าตามรายการสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา	27
ตารางที่ 4.3	ปริมาณการวางแผนการผลิตจากแบบจำลองเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559	28
ตารางที่ 4.4	ปริมาณการวางแผนการผลิตสินค้าตามรายการสินค้าจากแบบจำลอง	29
ตารางที่ 4.5	เปรียบเทียบแผนการผลิตสินค้าระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง	30
ตารางที่ 4.6	เปรียบเทียบระดับสินค้าคงคลังระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง	31
ตารางที่ 4.7	เปรียบเทียบปริมาณการขายสินค้าระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง	31
ตารางที่ 4.8	แผนการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต	32
ตารางที่ 4.9	เปรียบเทียบผลของตัวแปรตัดสินใจ	33
ตารางที่ 4.10	ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายการจากวางแผนผลิตของโรงงานกรณีศึกษา	33

ตารางที่ 4.11 ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายการจากวางแผนผลิตของแบบจำลอง 34

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิต 35



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตสินค้าโรงงานกรณีศึกษา.....	1
รูปที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559.....	2
รูปที่ 1.3 กรอบแนวคิดของงานวิจัย	3
รูปที่ 2.1 การจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC ของสินค้า 100 รายการ [1].....	6
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	10
รูปที่ 3.2 การสร้างสมการในการผลิตสินค้า.....	21
รูปที่ 3.3 การสร้างสมการสมดุลปริมาณสินค้าขาคมือ.....	22
รูปที่ 3.4 การสร้างสมการข้อจำกัดสินค้าคงคลัง.....	23
รูปที่ 3.5 การสร้างสมการวัตถุประสงค์.....	24
รูปที่ 3.6 การสร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิตด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5	25



บทที่ 1

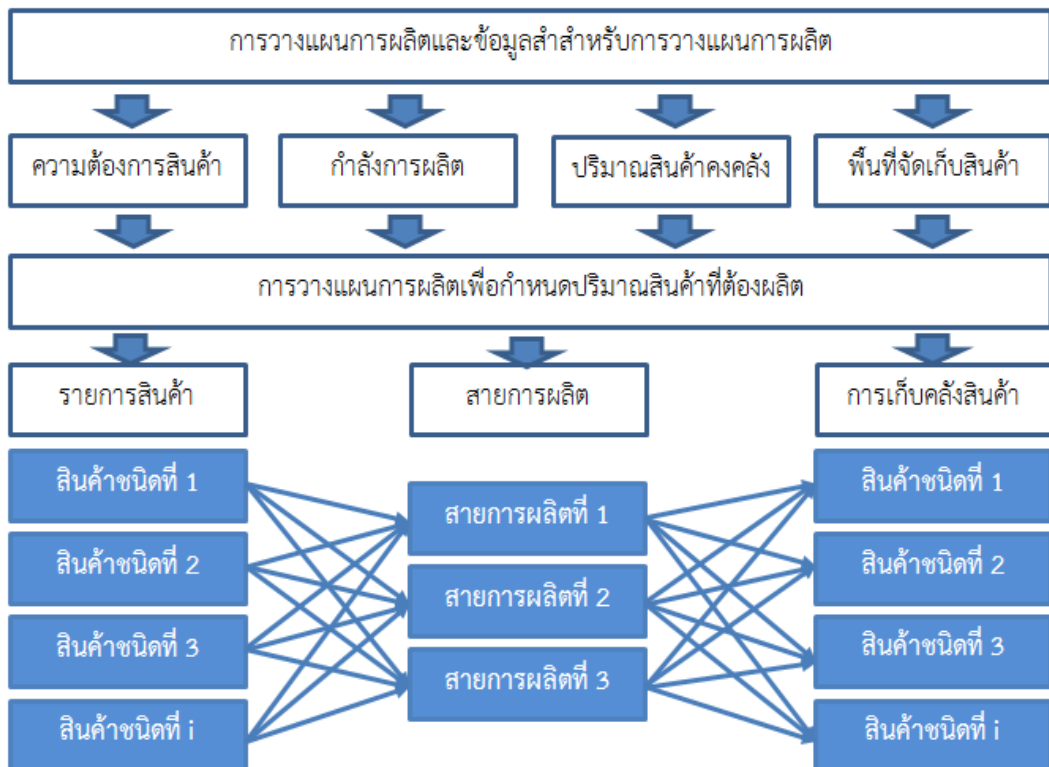
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันภาครัฐมีนโยบายการลงทุนก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจประเทศไทย ส่งผลให้ภาคเอกชนมีการลงทุนก่อสร้างที่อยู่อาศัยตามพื้นที่การก่อสร้างรถไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น การมีความพร้อมของโรงงานผลิตสินค้าวัสดุก่อสร้างในจัดส่งสินค้าเพื่อรองรับแผนงานการก่อสร้างได้อย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง โรงงานผลิตสินค้าวัสดุก่อสร้างควรมีการวางแผนการผลิตสินค้าที่ดีและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง

การวางแผนการผลิตสินค้าเป็นการวางแผนโดยใช้ข้อมูลในการประกอบเพื่อการตัดสินใจ เช่น ความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง กำลังการผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังและข้อจำกัดในการผลิตต่างๆ เพื่อให้การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม

โรงงานกรณีศึกษาผลิตวัสดุก่อสร้างกระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต ลูกค้ามีความต้องการสินค้าเพื่อใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยอย่างต่อเนื่อง โดยมีขั้นตอนการวางแผนการผลิตสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 1.1



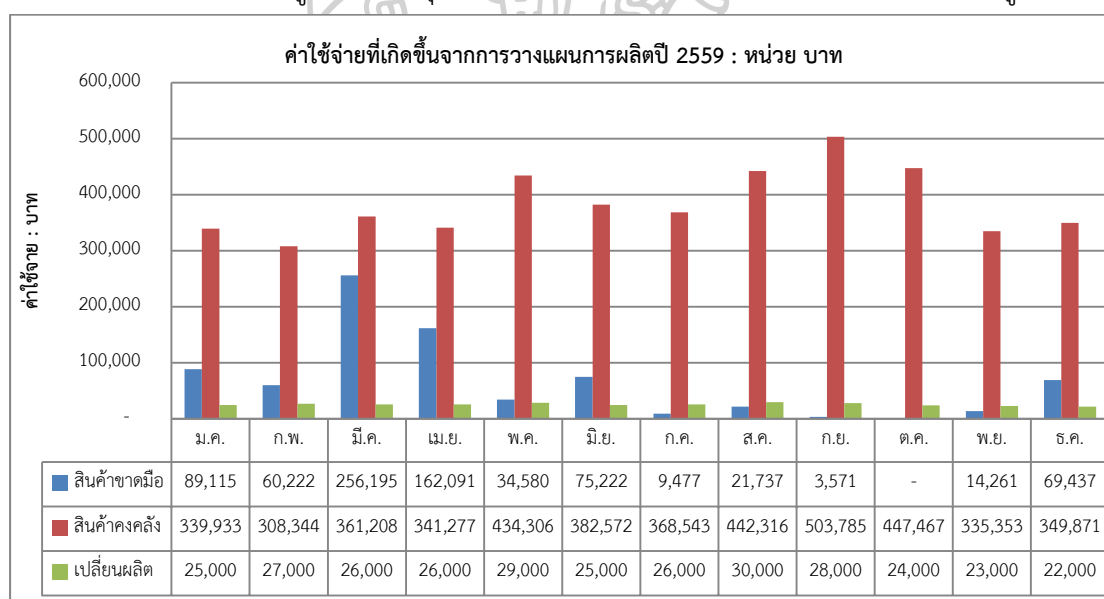
รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการวางแผนการผลิตสินค้าโรงงานกรณีศึกษา

ปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา พบการผลิตสินค้าบางรายการมากเกินไปความต้องการ ซึ่งทำให้พื้นที่จัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอและเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง สินค้าบางรายการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการส่งผลให้เกิดปัญหาสินค้าขาดมือ โดยเป็นสินค้าขาดมือที่ลูกค้ารอได้ ปัญหาสินค้าขาดมือส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นต่อลูกค้า โดยในปี 2559 โรงงานกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการผลิตดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตปี 2559 : หน่วย บาท

รายการ	สินค้าขาดมือ	สินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงผลิต	รวม
ค่าใช้จ่าย	795,908	4,614,977	311,000	5,721,885

โดยค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือมีมูลค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคม 2559 คิดเป็น 256,195 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังมีมูลค่ามากที่สุดในเดือนกันยายน 2559 คิดเป็น 503,785 บาทและค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแปลงการผลิตมีมูลค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคม คิดเป็น 30,000 บาท ดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาข้อมูลการวางแผนการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2559 และสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming) สำหรับการวางแผนการผลิตในแต่ละช่วงเวลา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดผลตอบแทนสูงสุดจากการขายสินค้า ด้วยค่าใช้จ่ายคงที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังและค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแปลงการผลิต ภายใต้เงื่อนไขกำลังการ

ผลิตของสายการผลิตและพื้นที่การจัดเก็บสินค้าคงคลัง เพื่อเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจสำหรับการวางแผนการผลิต

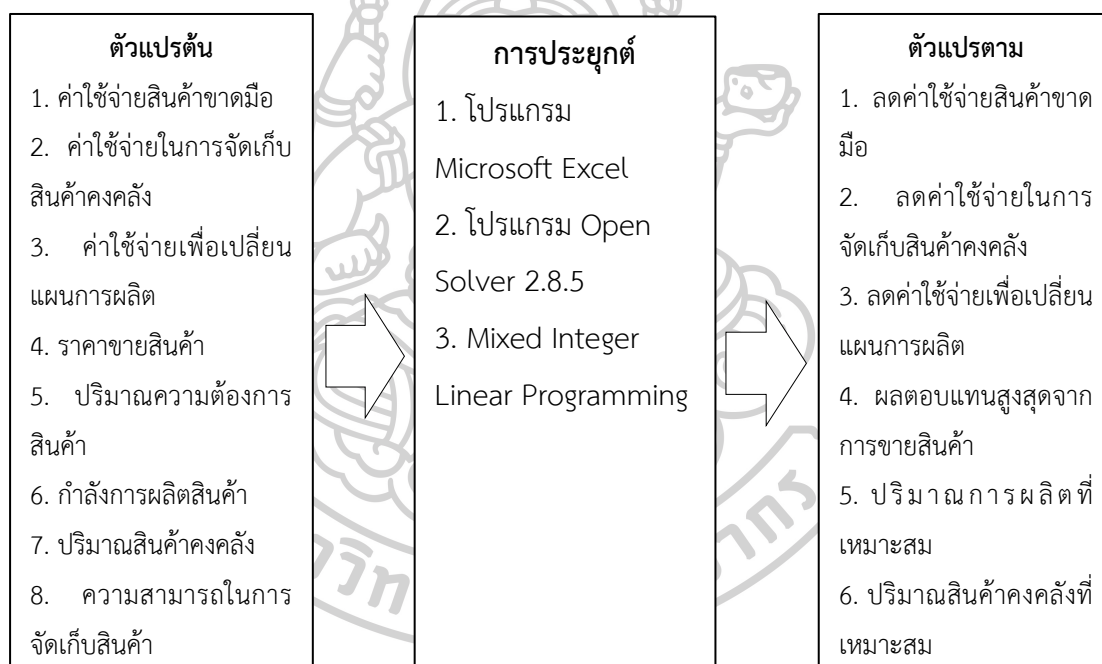
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาการวางแผนและการผลิตสินค้า ข้อจำกัดในการผลิตสินค้าและค่าใช้จ่ายจากการแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระเบื้องหลังคามุงหลังคาคอนกรีต ข้อมูลการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2559

1.4 กรอบแนวคิดของงานวิจัย



รูปที่ 1.3 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

1.5 สมมติฐานของงานวิจัย

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการวางแผนการผลิตสินค้า ภายใต้ค่าใช้จ่ายคงที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังและค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแปลงการผลิต ภายใต้เงื่อนไขกำลังการผลิตของสายการผลิตและพื้นที่การจัดเก็บสินค้าคงคลัง สามารถให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการขายสินค้า

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อการวางแผนการผลิตในโรงงาน

1.6.2 ลดค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ

1.6.3 ลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

1.6.4 ลดค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิต

1.6.5 ให้ผลตอบแทนสูงสุดจากการขายสินค้า

1.7 นิยามศัพท์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.7.1 สินค้ากลุ่มกระเบื้องคอนกรีต คือ สินค้าที่ประกอบด้วยกระเบื้องมุงหลังคาและครอบหลังคา โดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ ทรายและน้ำ และเคลือบสีและสารเคมีเพื่อความสวยงาม การออกแบบมี 2 ชนิด คือ กลุ่มกระเบื้องแบบลอนและครอบสำหรับกระเบื้องแบบลอน และกลุ่มกระเบื้องแบบเรียบและครอบสำหรับกระเบื้องแบบเรียบ โดยให้ความสวยงามแตกต่างกันตามลักษณะของสินค้าและสีที่เคลือบสินค้าขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้งาน สำหรับครอบหลังคามีหลายรูปแบบ การใช้งานขึ้นอยู่กับการออกแบบของโครงสร้างหลังคาของตัวอาคารหรือที่อยู่อาศัย

1.7.2 ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อการขาย เป็นเหตุให้ลูกค้าต้องรอสินค้าหรือยกเลิกคำสั่งซื้อ ถ้ามีสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสมมีโอกาสเกิดสินค้าขาดมือได้น้อยกว่าสินค้าคงคลังในระดับที่ต่ำ

1.7.3 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการมีสินค้าคงคลังและการรักษาสภาพให้สินค้าในรูปที่ใช้งานได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาของสินค้าคงคลังที่เก็บไว้ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ได้แก่ ต้นทุนสินค้าที่อยู่ในคลัง ค่าบริการคลังสินค้า ค่าไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายจากการเก็บสินค้าไว้นานเกินไปจนสินค้าหมดอายุหรือเสื่อมสภาพ ค่าจ้างพนักงานเพื่อดูแลสินค้า

1.7.4 ค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิต คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการที่เครื่องจักรจะต้องเปลี่ยนชนิดสินค้า ค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิต มีลักษณะเป็นต้นทุนคงที่ต่อครั้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิต ถ้าผลิตจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องใหม่ต่ำ เนื่องจากมีการตั้งเครื่องจักรใหม่น้อยครั้ง แต่ถ้าผลิตเป็นจำนวนน้อย ค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องใหม่สูง เนื่องจากมีการตั้งเครื่องจักรใหม่น้อยครั้ง

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในปริญญาานิพนธ์นี้ ผู้ทำการวิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ข้อมูล แนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า รวมทั้งนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบ แนวความคิดในการวิจัยตามลำดับดังนี้

2.1 การวางแผนการผลิตสินค้า

การวางแผนการผลิต เป็นการวางแผนเพื่อการจัดการปัจจัยในการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ การผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสามารถรองรับความต้องการของลูกค้าได้อย่างเหมาะสม การ วางแผนการผลิตต้องใช้ข้อมูลในการประกอบเพื่อการตัดสินใจ เช่น ความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง การพยากรณ์ความต้องการสินค้า กำลังการผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังที่กำหนดตามนโยบายและ ข้อจำกัดในการผลิตต่างๆ การวัดผลการดำเนินงานจากการวางแผนการผลิตอาจแตกต่างกันไปตาม ลักษณะของสินค้าหรือตามรูปแบบการผลิตสินค้าของแต่ละองค์กร เช่น การวัดผลสินค้าขาดมือ การ วัดผลปริมาณสินค้าคงคลังตามนโยบาย เป็นต้น การวางแผนการผลิตสามารถวางแผนเป็นแผนการ ผลิตระยะสั้นหรือแผนการผลิตระยะยาว โดยการวางแผนการผลิตระยะสั้นเป็นการวางแผนการผลิต ในช่วงเวลาต่างๆภายใน 12 เดือน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อรองรับความต้องการสินค้าในช่วงเวลาของ การวางแผนการผลิต เช่น แผนการผลิตประจำเดือน แผนการผลิตประจำสัปดาห์หรือแผนการผลิต ประจำวัน ส่วนการวางแผนการผลิตระยะยาวมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาการเติบโตขององค์กรเพื่อ การลงทุนในอนาคต ซึ่งต้องใช้ข้อมูลการพยากรณ์ในการคาดการณ์ เช่น การวางแผนการลงทุนเพื่อ ขยายโรงงานหรือการซื้อเครื่องจักรใหม่หรือการวางแผนเพื่อสรรหาบุคลากรในการปฏิบัติงาน

2.2 การจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC (The ABC Inventory Classification System)

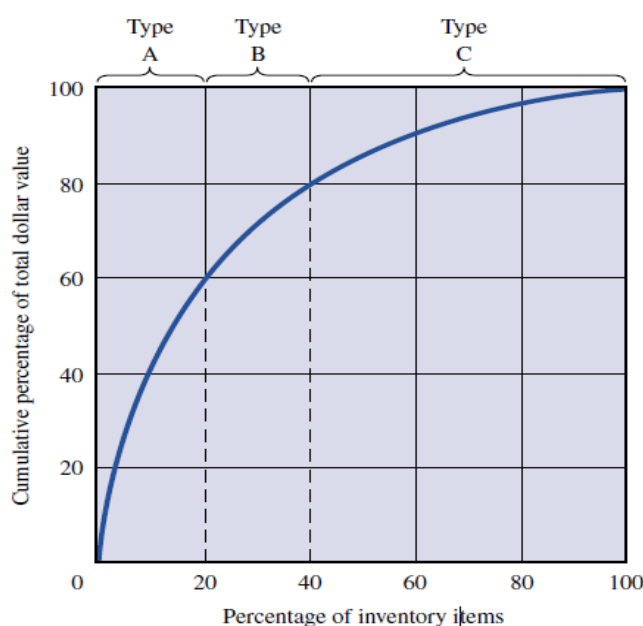
จากการศึกษาข้อมูลรายการสินค้าของโรงงานกรณีศึกษาพบว่ามีสินค้า 496 รายการ จาก 4 กลุ่มสินค้า ทางผู้วิจัยจึงได้นำระบบการจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC เพื่อมาวิเคราะห์กลุ่มสินค้าที่ นำมาพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง [1] ดังนี้

2.2.1 สินค้ากลุ่ม A เป็นสินค้าที่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในระดับ 5% ถึง 20% โดยมีมูลค่า การขายสินค้า 55% ถึง 65% ของรายการสินค้าทั้งหมด โดยนำสินค้าในกลุ่ม A นำมาพัฒนา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต สินค้า

2.2.2 สินค้ากลุ่ม B เป็นสินค้าที่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในระดับ 20% ถึง 30% โดยมีมูลค่าการขายสินค้า 20% ถึง 40% ของรายการสินค้าทั้งหมด

2.2.3 สินค้ากลุ่ม C เป็นสินค้าที่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในระดับ 50% ถึง 75% โดยมีมูลค่าการขายสินค้า 5% ถึง 25% ของรายการสินค้าทั้งหมด

การจำแนกสินค้า 100 รายการ โดยสินค้ารายการที่ 1 ถึง 20 เป็นสินค้าในกลุ่ม A, สินค้ารายการที่ 21-40 เป็นสินค้าในกลุ่ม B และสินค้ารายการที่ 41-100 เป็นสินค้าในกลุ่ม C ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC ของสินค้า 100 รายการ [1]

2.3 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า โดยมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง [1] ดังนี้

2.3.1 โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมของวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่ สมการวัตถุประสงค์เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมถูกกำหนดให้หาคำตอบที่สูงสุดหรือต่ำที่สุดขึ้นอยู่กับ เช่น การหาต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดหรือผลตอบแทนจากการขายสินค้าสูงที่สุด โครงสร้างของโปรแกรมเชิงเส้นประกอบด้วย

2.3.1.1 สมการวัตถุประสงค์ (Objective Function) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของแบบจำลอง เพื่อหาค่าของตัวแปรตัดสินใจที่เหมาะสม โดยกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อคำตอบที่สูงสุดหรือต่ำที่สุด

2.3.1.2 ข้อจำกัด (constraints) เป็นการกำหนดข้อจำกัดหรือเงื่อนไขของปัญหาจากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดหรือตามนโยบายที่ถูกกำหนดขึ้นขององค์กร โดยกำหนดแบบจำลองของปัญหาในรูปแบบของสมการหรือสมการ

2.3.1.3 ตัวแปรตัดสินใจ (decision variables) เป็นการกำหนดตัวแปรของแบบจำลองตามลักษณะของรูปแบบปัญหาที่มีความสัมพันธ์ต่อผลการดำเนินงานของสมการวัตถุประสงค์และข้อจำกัด

2.3.2 โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming) เป็นการสร้างแบบจำลองเชิงเส้น ซึ่งมีตัวแปรตัดสินใจบางตัวมีค่าเป็นจำนวนเต็มหรือเป็นตัวแปรแบบทวิภาค (Binary) และตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ทำการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วยโปรแกรมเชิงเส้นที่มีการพิจารณาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแผนการผลิต, การพิจารณาค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังและการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมในงานวิจัย ดังต่อไปนี้

2.4.1 การพิจารณาค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแผนการผลิต

ในการวางแผนการผลิตสินค้าที่มีหลากหลายและการจัดสรรปริมาณการผลิตสำหรับสายการผลิตที่แตกต่างกัน โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการวางแผนการผลิตโดยลดเวลาในการปรับตั้งเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิตโดย

C. Sel, B. Bilgen, J.M. Bloemhof-Ruwaard, J.G.A.J. van der VorstbaIndustrial [2] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม ในการวางแผนและจัดตารางการผลิตโยเกิร์ต (Production Planning and Scheduling) โดยพิจารณาอายุการเก็บรักษา ลำดับในการเปลี่ยนผลิต ความเร็วในการผลิต ความต้องการสินค้าในแต่ละวัน เวลาในการทำงานตามปกติและล่วงเวลา และการจัดส่งสินค้าไปที่ศูนย์กระจายสินค้า เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายรวมในการผลิตที่ต่ำที่สุด

Çağrı Sel, Bilge Bilgen [3] ศึกษาการวางแผนการผลิตและการวางแผนการกระจายสินค้าในโรงงานผลิตเครื่องดื่ม ด้วยการพิจารณาค่าใช้จ่ายการผลิตและการกระจายสินค้าที่ต่ำที่สุดจากการสร้างโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม ร่วมกับการสร้างแบบจำลองการผลิตในรูปแบบต่างๆ เพื่อกำหนดรูปแบบการผลิตให้เหมาะสมที่สุด

Karim Y.P. Martinez, Eli A.V. Toso, Reinaldo Morabito [4] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม สำหรับโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์จากเยื่อกระดาษ ซึ่งผลิตบรรจุภัณฑ์หลายรูปแบบ โดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการตั้งเครื่องจักรเพื่อเปลี่ยนแผนผลิตสินค้า สามารถลดเวลาในการตั้งเครื่องจักรและลดค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการวางแผนผลิตตามวิธีการของโรงงานกรณีศึกษา

2.4.2 การพิจารณาค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือและค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

ข้อจำกัดทางด้านกำลังการผลิตและความสามารถของพื้นที่ในการเก็บสินค้าและถ้าจัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอ ยังส่งผลให้เกิดสินค้าขาดมือโดย

F. Hnaien, F. Yalaoui. A. Mhadhbi, M. Nourelfath [5] นำเสนอโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม โดยนำมาข้อจำกัดทางด้านกำลังการผลิตและความสามารถของพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าและค่าใช้จ่ายจากสินค้าขาดมือมาพิจารณาเพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้าที่ต่ำที่สุด

Biswajit Sarkar, Ilkyeong Moon [6] พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในกระบวนการผลิต โดยพิจารณาค่าใช้จ่ายของระบบการผลิตที่เหมาะสม เพื่อปรับปรุงการปรับตั้งเครื่องจักรและลดผลกระทบจากปัญหาสินค้าขาดมือ

Hesham K. Alfares, Rio Turnadi [7] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม โดยพิจารณาการวางแผนการสั่งซื้อสินค้า 1 ชนิด โดยพิจารณาการสั่งซื้อจากผู้ขายหลายราย ปริมาณการสั่งซื้อแบบมีส่วนลดและการเกิดสินค้าขาดมือ โดยได้พัฒนาแบบจำลองของปัญหาใหม่จากโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม

เพชรายุทธ แซ่หลี่, อภิชัย ฤตวิรุฬห์ [8] สร้างโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มสำหรับเครื่องสำอางสมุนไพรโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมในการผลิตต่ำที่สุดซึ่งประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ค่าใช้จ่ายการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายจากสินค้าขาดมือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตสินค้า ค่าจ้างพนักงานผลิตและพนักงานบรรจุ ผลจากการวิจัยพบว่า ค่าใช้จ่ายโดยรวมจากการดำเนินการตามแผนการผลิตที่ได้จากแบบจำลองลดลง 5.06% เมื่อเปรียบเทียบกับดำเนินการของบริษัทกรณีศึกษา

2.4.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมในงานวิจัย

ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ [9] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม เพื่อใช้ในการวางแผนการสั่งซื้อเมล็ดพันธุ์ในการปลูก ช่วงเวลาการใส่ปุ๋ย ช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยว รวมถึงการเลือกใช้นานพาทนะในการขนส่งผักกาดหอมทั้งสองช่วงให้สอดคล้องกันด้วยต้นทุนการดำเนินการรวมที่ต่ำที่สุด ผลลัพธ์ของแบบจำลองเชิงเส้นตรงผสมจำนวนเต็มแสดงให้เห็นว่า แบบจำลองสามารถลดต้นทุนการดำเนินการรวมได้ถึง 23.77% เมื่อเทียบกับก่อนการใช้แบบจำลอง

Ratriani Puspita Hastuti, Henry Yuliando, Ibnu Wahid Fakhruddin Aziz [10] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมในโรงงานผลิตขนมปังขนาดเล็ก เพื่อการผลิตใช้เวลาในการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับวิธีการของ Campbell, Dudek, and Smith (CDS) โดยผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันทั้งสองวิธีการ

David Bredström, Kjetil Haugenb, Asmund Olstad, Jan Novotný [11] ประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการวางแผนการเดินทางเรือเพื่อการขนส่งสินค้า โดยพิจารณาวัตถุประสงค์เพื่อให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าต่ำสุดและเงื่อนไขในการเลือกสินค้าเพื่อขนส่งตามความต้องการของลูกค้า

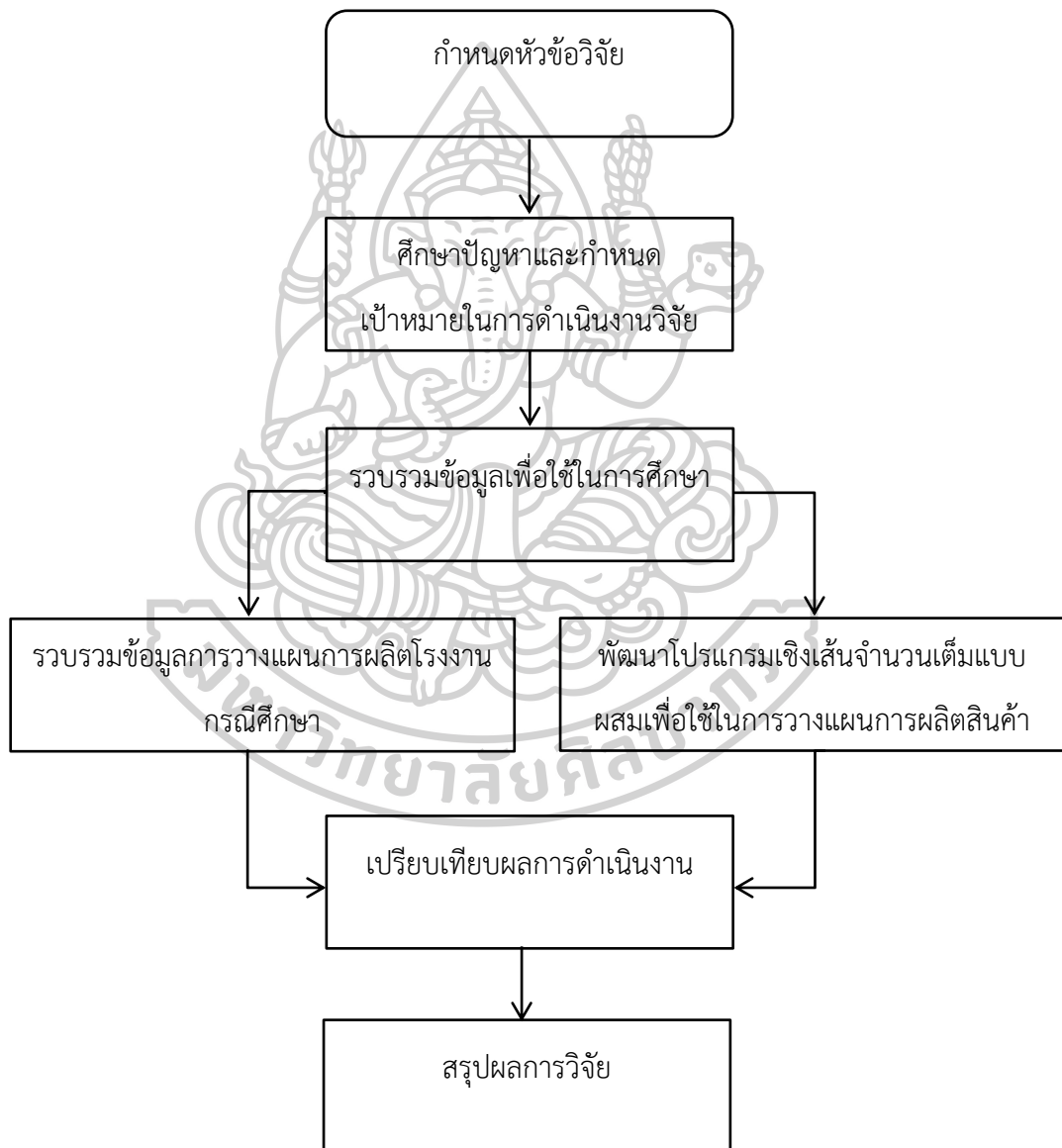
จากการศึกษางานวิจัยทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมมีความน่าสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้าเพื่อการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดของทรัพยากรในการผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับการวางแผนผลิตสินค้ากลุ่มกระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต โดยมีเป้าหมายเพื่อหาผลตอบแทนสูงสุดจากการผลิตสินค้าตามความต้องการของลูกค้า โดยพิจารณาจากเงื่อนไขและข้อจำกัดของทรัพยากรในการผลิตที่เกิดขึ้น สรุปงานวิจัยที่ประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมในการวางแผนการผลิตและการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปงานวิจัยที่ประยุกต์โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม

ผู้วิจัย	วัตถุประสงค์	ลักษณะของค่าใช้จ่าย			
		ผลิตภัณฑ์	สินค้าคงคลัง	สินค้าขาดมือ	การเปลี่ยนผลิต
C. Sel และคณะ (2015)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	โยเกิร์ต	✓	✓	✓
Çağrı Sel, Bilge Bilgen (2014)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	เครื่องดื่ม	✓		✓
Karim Y.P. Martínez และคณะ (2016)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	บรรจุภัณฑ์	✓		✓
F. Hnaïen และคณะ (2016)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	แบบจำลองสินค้า	✓		✓
Biswajit Sarkar, Ilkyeong Moon (2014)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	1 ชนิดสินค้า	✓	✓	✓
Hesham K. Alfares, Rio Turnadi (2016)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	1 ชนิดสินค้า	✓	✓	
เพชรายุทธ แซ่หลี่, อภิชัย ฤตวิรุฬห์ (2557)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	เครื่องสำอางสมุนไพร	✓	✓	✓
ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ (2556)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	การประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในการวางแผนเพาะปลูก			
Ratriani Puspita Hastuti และคณะ (2015)	การใช้เครื่องจักร	การประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเพื่อหาเวลาในการผลิต			
David Bredström และคณะ (2015)	ค่าใช้จ่ายต่ำสุด	การประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในการหาค่าขนส่งสินค้าทางเรือ			
งานวิจัยที่นำเสนอ	ผลตอบแทนสูงสุด	กระเบื้องคอนกรีต	✓	✓	✓

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ เป็นการศึกษเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาปัญหาและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษาปัญหาจากการวางแผนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาพบว่าการผลิตสินค้าบางรายการเกินความต้องการส่งพื้นที่พื้นที่จัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอและเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้นและสินค้าบางรายการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการส่งผลให้เกิดปัญหาสินค้าขาดมือ ลูกค้านำต้องรอการผลิตสินค้าและโรงงานมีค่าใช้จ่ายจากสินค้าขาดมือเพิ่มขึ้น ดังนั้น การดำเนินงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายรวมทั้งที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการผลิต โดยในปี 2559 โรงงานกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายรวมทั้งที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการผลิต 5,721,885 บาท ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการวางแผนการผลิตเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคมปี 2559

เดือน : ปี 2559	ค่าใช้จ่าย : บาท			
	สินค้าขาดมือ	สินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงการผลิต	รวม
ม.ค.	89,115	339,933	25,000	454,047
ก.พ.	60,222	308,344	27,000	395,566
มี.ค.	256,195	361,208	26,000	643,404
เม.ย.	162,091	341,277	26,000	529,368
พ.ค.	34,580	434,306	29,000	497,886
มิ.ย.	75,222	382,572	25,000	482,795
ก.ค.	9,477	368,543	26,000	404,019
ส.ค.	21,737	442,316	30,000	494,053
ก.ย.	3,571	503,785	28,000	535,356
ต.ค.	-	447,467	24,000	471,467
พ.ย.	14,261	335,353	23,000	372,614
ธ.ค.	69,437	349,871	22,000	441,308
รวม	795,908	4,614,977	311,000	5,721,885

3.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา

จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาการเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้าพบว่าประเภทสินค้ากลุ่มกระเบื้องคอนกรีตมี 4 ประเภท มีสินค้ารวม 496 รายการ มีสายการผลิตรวม 8 สายการผลิต การกำหนดพื้นที่การจัดเก็บสินค้าและสินค้าเพื่อความปลอดภัยเป็นไปตามนโยบายของ

กรณีศึกษาโดยมีพื้นที่จัดเก็บสินค้าสูงสุด 3,913,382 แผ่นและระดับสินค้าเพื่อความปลอดภัย 1,584,457 แผ่น ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษา

กลุ่มสินค้า กระเบื้องคอนกรีต	จำนวนรายการ สินค้า	จำนวน สายการผลิต	ระดับสินค้า สูงสุด (แผ่น)	สินค้าเพื่อความ ปลอดภัย (แผ่น)
แบบลอน	27	3	2,442,000	1,280,200
แบบเรียบ	37	1	851,077	270,500
ครอบแบบลอน	268	3	549,613	273,940
ครอบแบบเรียบ	164	1	70,692	33,757
รวม	496	8	3,913,382	1,584,457

เมื่อได้ทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาการเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการจำแนกสินค้าคงคลังแบบ ABC (The ABC Inventory Classification System) โดยคัดเลือกสินค้าในกลุ่ม A ที่มีมูลค่าการขายสินค้า 55% ถึง 65% และจำนวนรายการสินค้า 5% ถึง 20% มาประยุกต์ใช้เพื่อคัดเลือกกลุ่มสินค้าที่นำมาพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วย โปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์กลุ่มสินค้าแบบ ABC

กลุ่มสินค้า	มูลค่าการขายสินค้า	จำนวนรายการสินค้า
A	55% ถึง 65%	5% ถึง 20%
B	20% ถึง 40%	20% ถึง 30%
C	5% ถึง 25%	50% ถึง 75%

เมื่อนำข้อมูลสัดส่วนการขายสินค้าปี 2559 และจำนวนสินค้า 496 รายการ จาก 4 กลุ่มสินค้า มาวิเคราะห์การจำแนกสินค้าแบบ ABC พบว่า สินค้าในกลุ่ม A เป็นสินค้ากระเบื้องคอนกรีตแบบลอนมีสัดส่วนการขายสินค้า 64.09% และสัดส่วนจำนวนสินค้า 5.44% และสินค้าในกลุ่ม B เป็นสินค้ากระเบื้องคอนกรีตแบบเรียบมีสัดส่วนการขายสินค้า 18.94% และสัดส่วนจำนวนสินค้า 7.46% และสินค้าในกลุ่ม C เป็นสินค้าครอบแบบลอนและแบบเรียบมีสัดส่วนการขายสินค้ารวม 16.97% และสัดส่วนจำนวนสินค้า 87.09% ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การจำแนกสินค้ากลุ่มกระเบื้องคอนกรีตด้วยการวิเคราะห์แบบ ABC

ประเภทสินค้า	สัดส่วนยอดขายปี 2559	จำนวนสินค้า	%สัดส่วนจำนวนสินค้า	กลุ่ม
แบบลอน	64.09%	27	5.44%	A
แบบเรียบ	18.94%	37	7.46%	B
ครอบแบบลอน	13.26%	268	54.03%	C
ครอบแบบเรียบ	3.71%	164	33.06%	C
รวม	100%	496	100%	

3.3 การรวบรวมข้อมูลการวางแผนการผลิตโรงงานการศึกษา

จากวิเคราะห์การจำแนกสินค้าแบบ ABC พบว่าสินค้ากลุ่ม A คือสินค้ากระเบื้องคอนกรีต เพื่อนำมาศึกษาการวางแผนการผลิตสินค้า โดยรวบรวมข้อมูลการวางแผนการผลิตตามระบบของโรงงานการศึกษาดังนี้

3.3.1 ข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้าเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

รวบรวมข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้า 27 รายการ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559 เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมสำหรับวางแผนการผลิตสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 3.5, ตารางที่ 3.6 และตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.5 ความต้องการสินค้านรายการที่ 1 ถึง 9 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

เดือน	สินค้ารายการที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ม.ค.-59	1,464,266	8,945	7,105	538,285	1,220,004	230,348	9,600	3,000	47,160
ก.พ.-59	1,221,055	22,049	10,301	629,632	1,156,784	211,303	11,400	3,700	23,230
มี.ค.-59	1,655,957	27,523	5,750	595,406	1,291,510	200,687	11,960	2,200	59,954
เม.ย.-59	1,251,720	33,986	12,210	436,864	1,135,224	159,820	11,300	400	24,020
พ.ค.-59	1,422,101	24,871	4,901	534,939	1,069,070	137,491	7,390	4,630	32,042
มิ.ย.-59	1,435,367	20,930	5,491	558,050	1,170,497	154,100	22,600	6,100	24,210
ก.ค.-59	781,595	23,485	22,030	530,276	1,037,557	153,541	11,300	3,400	10,940
ส.ค.-59	747,471	6,550	3,250	615,083	1,015,652	172,847	14,835	700	3,010
ก.ย.-59	792,870	12,032	2,207	605,741	795,724	116,380		6,340	3,372
ต.ค.-59	1,157,956	24,902	9,152	440,036	831,067	101,264	16,350	-	8,850
พ.ย.-59	640,180	10,520	9,120	571,649	918,701	115,135	-	8,310	10,870
ธ.ค.-59	524,271	5,350	10,860	609,217	765,337	171,502	-	1,300	7,350

ตารางที่ 3.6 ความต้องการสินค้ารายการที่ 10 ถึง 18 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

เดือน	สินค้ารายการที่								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ม.ค.-59	2,355	87,168	136,728	114,970	44,510	5,900	8,076	36,241	7,200
ก.พ.-59	13,735	95,406	151,931	81,890	30,624	13,623	3,220	31,455	12,960
มี.ค.-59	19,880	90,260	153,906	90,595	52,533	11,095	7,570	50,863	6,480
เม.ย.-59	5,375	90,648	155,808	58,582	15,220	3,125	-	55,150	4,540
พ.ค.-59	5,063	119,911	125,585	138,672	39,627	16,187	5,350	74,492	6,020
มิ.ย.-59	11,090	78,651	128,638	146,558	57,242	-	3,520	40,756	-
ก.ค.-59	2,800	44,370	133,110	108,916	29,655	4,900	2,000	34,592	-
ส.ค.-59	4,280	70,986	141,099	137,578	32,655	5,750	420	22,602	5,760
ก.ย.-59	11,810	40,514	142,085	104,382	36,630	9,999	-	27,092	15,240
ต.ค.-59	990	45,432	160,826	113,805	23,257	9,238	-	77,553	7,000
พ.ย.-59	6,700	45,287	194,097	115,812	32,687	1,960	-	24,890	-
ธ.ค.-59	4,700	87,420	158,465	127,310	31,160	4,500	3,400	31,453	-

ตารางที่ 3.7 ความต้องการสินค้ารายการที่ 19 ถึง 27 ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

เดือน	สินค้ารายการที่								
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ม.ค.-59	244,640	65,326	9,260	10,540	13,143	164,695	950	36,990	37,740
ก.พ.-59	243,480	96,585	6,483	7,955	22,590	190,934	6,385	50,580	9,950
มี.ค.-59	284,079	114,811	5,153	3,667	10,860	262,664	8,376	39,830	8,935
เม.ย.-59	215,970	52,375	-	3,160	16,664	152,465	2,370	106,620	-
พ.ค.-59	221,282	65,554	4,541	17,655	15,581	286,214	1,826	10,794	9,909
มิ.ย.-59	227,026	90,884	12,915	14,645	7,525	299,961	3,771	18,010	1,660
ก.ค.-59	154,353	64,736	9,530	4,680	19,010	303,147	4,180	21,350	16,850
ส.ค.-59	169,887	63,389	990	8,182	530	98,056	7,626	34,465	16,700
ก.ย.-59	144,340	65,765	15,720	-	6,050	153,215	4,020	15,500	23,530
ต.ค.-59	230,145	67,581	14,596	18,158	4,383	56,516	1,630	14,045	4,600
พ.ย.-59	145,930	109,466	1,825	6,420	10,171	139,156	2,649	4,345	4,365
ธ.ค.-59	208,903	37,799	17,356	13,927	20,440	95,317	1	21,750	2,640

3.3.2 ข้อกำหนดในการผลิตสินค้าโรงงานกรณีศึกษา

3.3.2.1 กำลัการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

รวบรวมข้อมูลกำลัการผลิตสินค้าสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละสายการผลิตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2559 เพื่อกำหนดขอบเขตการคำนวณปริมาณการผลิตสินค้าในแต่ละเดือนต้องไม่เกินกำลัการผลิตสูงสุดและไม่ต่ำกว่ากำลัการผลิตต่ำสุด ปริมาณการผลิตที่คำนวณได้ส่งผลต่อการคำนวณปริมาณการขายสินค้า ปริมาณสินค้าคงคลังและปริมาณสินค้าขาดมือ โดยกำลัการผลิตสูงสุดรวบรวมจากข้อมูลปริมาณการผลิตสินค้าสูงสุดในแต่ละเดือนของปี 2559 และกำลัการผลิตสินค้าต่ำสุดกำหนดขึ้นตามนโยบายของโรงงานกรณีศึกษา กำลัการผลิตเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนปี 2559 ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 กำลัการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิตเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2559

สายการผลิต	การผลิต	ม.ค.-59	ก.พ.-59	มี.ค.-59	เม.ย.-59	พ.ค.-59	มิ.ย.-59
1	สูงสุด	1,902,500	1,502,800	2,335,000	1,870,526	2,082,515	1,798,500
	ต่ำสุด	840,000	800,000	920,000	680,000	800,000	880,000
2	สูงสุด	1,029,000	1,158,000	1,225,000	1,078,000	1,015,000	1,077,000
	ต่ำสุด	840,000	800,000	920,000	680,000	800,000	880,000
3	สูงสุด	1,534,100	1,711,500	2,094,300	1,380,280	1,562,540	1,560,090
	ต่ำสุด	672,000	632,000	752,000	512,000	632,000	712,000

สายการผลิต	การผลิต	ก.ค.-59	ส.ค.-59	ก.ย.-59	ต.ค.-59	พ.ย.-59	ธ.ค.-59
1	สูงสุด	1,639,600	1,481,255	1,548,000	1,209,000	836,000	1,266,000
	ต่ำสุด	800,000	880,000	840,000	800,000	836,000	760,000
2	สูงสุด	863,000	880,000	467,000	440,000	500,000	824,000
	ต่ำสุด	863,000	880,000	467,000	440,000	500,000	824,000
3	สูงสุด	1,422,400	1,428,400	1,514,100	1,595,700	1,110,300	1,268,000
	ต่ำสุด	632,000	712,000	672,000	556,500	670,500	592,000

3.3.2.2 การกำหนดการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

การกำหนดสายการผลิตรวบรวมจากข้อกำหนดของโรงงานกรณีศึกษาที่ได้จากการศึกษาด้านคุณภาพของสินค้าแต่ละชนิดในสายการผลิต โดยสายการผลิตที่ 1 ผลิตสินค้าได้ 15 รายการ สายการผลิตที่ 2 ผลิตสินค้าได้ 16 รายการและสายการผลิตที่ 3 ผลิตสินค้าได้ 19 รายการ รวม 27 รายการ ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การกำหนดการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

รายการสินค้า	สายการผลิต 1	สายการผลิต 2	สายการผลิต 3
สินค้า 1	✓	✓	✓
สินค้า 2	✓	✓	
สินค้า 3			✓
สินค้า 4	✓	✓	✓
สินค้า 5	✓	✓	✓
สินค้า 6	✓	✓	✓
สินค้า 7		✓	✓
สินค้า 8	✓		✓
สินค้า 9	✓		✓
สินค้า 10		✓	✓
สินค้า 11	✓	✓	✓
สินค้า 12	✓	✓	
สินค้า 13	✓	✓	
สินค้า 14	✓	✓	
สินค้า 15			✓
สินค้า 16	✓	✓	
สินค้า 17	✓	✓	
สินค้า 18		✓	
สินค้า 19	✓	✓	✓
สินค้า 20	✓	✓	
สินค้า 21			✓
สินค้า 22			✓
สินค้า 23			✓
สินค้า 24			✓
สินค้า 25			✓
สินค้า 26			✓
สินค้า 27			✓

3.3.3 ข้อกำหนดสินค้าคงคลังโรงงานการศึกษา

รวบรวมข้อมูลระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้นจากสินค้าต้นงวดเดือนมกราคมปี 2559 และระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและต่ำสุดเพื่อกำหนดขอบเขตการคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังในแต่ละเดือน โดย

โรงงานกรณีศึกษากำหนดระดับสินค้าคงคลังจากเป้าหมายการขายสินค้าเฉลี่ยในแต่ละปี โดยระดับสินค้าคงคลังสูงสุดรองรับการขายสินค้า 2 สัปดาห์และระดับสินค้าคงคลังต่ำสุดรองรับการขายสินค้า 1 สัปดาห์ ข้อกำหนดการจัดเก็บสินค้าคงคลังของโรงงานกรณีศึกษาดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ข้อกำหนดการจัดเก็บสินค้าคงคลังของโรงงานกรณีศึกษา

รายการสินค้า	ระดับสินค้าเริ่มต้น	ระดับสินค้าสูงสุด	ระดับสินค้าต่ำสุด
สินค้า 1	286,571	500,000	300,000
สินค้า 2	24,277	35,000	8,000
สินค้า 3	10,992	25,000	2,600
สินค้า 4	269,284	270,000	170,000
สินค้า 5	380,122	500,000	300,000
สินค้า 6	106,875	120,000	70,000
สินค้า 7	9,307	35,000	6,000
สินค้า 8	-	-	-
สินค้า 9	7,501	45,000	14,000
สินค้า 10	18,460	30,000	4,000
สินค้า 11	37,399	90,000	40,000
สินค้า 12	87,183	90,000	53,000
สินค้า 13	60,781	90,000	45,000
สินค้า 14	44,706	45,000	16,000
สินค้า 15	6,529	25,000	5,000
สินค้า 16	-	-	-
สินค้า 17	44,873	45,000	20,000
สินค้า 18	-	-	-
สินค้า 19	111,009	120,000	70,000
สินค้า 20	85,966	90,000	30,000
สินค้า 21	10,238	22,000	3,000
สินค้า 22	16,272	30,000	4,000
สินค้า 23	27,046	30,000	4,600
สินค้า 24	99,739	120,000	90,000
สินค้า 25	-	-	-
สินค้า 26	21,320	45,000	15,000
สินค้า 27	11,050	12,000	4,000
รวม	1,777,500	2,414,000	1,274,200

3.4 การพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้า

การพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้ามีวัตถุประสงค์ของแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม เพื่อให้เกิดผลตอบแทนสูงสุดจากการขายสินค้า โดยมีข้อสมมติในการสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม ดังนี้

1. ข้อมูลการผลิตกลุ่มสินค้ากระเบื้องคอนกรีตตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559
2. ค่าใช้จ่ายเป็นค่าคงที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิต
3. ราคาขายสินค้าต่อหน่วยของสินค้าแต่ละชนิดในทุกสายการผลิตมีค่าเท่ากันในแต่ละช่วงเวลา
4. ปริมาณสินค้าคงคลังช่วงเวลาเริ่มต้น ใช้ปริมาณสินค้าคงคลังต้นงวดของเดือนมกราคม 2559
5. ไม่มีปริมาณสินค้าขาดมือในช่วงเวลาเริ่มต้นและเป็นสินค้าขาดมือที่ลูกค้ารอได้
6. ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าแต่ละรายการมีค่าเท่ากันในแต่ละช่วงเวลา
7. ทุกสายการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้โดยไม่ต้องหยุดผลิตจากการเสียหรือการซ่อมสายการผลิตและมีวัตถุดิบเพียงพอรองรับการผลิตสินค้าได้ตลอดเวลา
8. ไม่มีการจัดลำดับการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

โดยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม มีตัวแปรที่เป็นค่าคงที่และตัวแปรตัดสินใจดังนี้

ค่าคงที่

r_i = ราคาขายต่อหน่วยของสินค้าชนิดที่ i

h_i = ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังต่อหน่วยของสินค้า ชนิดที่ i

b_i = ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือที่ลูกค้ารอได้ต่อหน่วยของสินค้าชนิดที่ i

s = ค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนแผนการผลิตสินค้าต่อหน่วย

d_{it} = ความต้องการสินค้าชนิดที่ i ที่ช่วงเวลา t

c_{kt} = กำลังการผลิตสูงสุดที่สายการผลิต k ที่ช่วงเวลา t

m_{kt} = กำลังการผลิตต่ำสุดที่สายการผลิต k ที่ช่วงเวลา t

p_{ikt} = กำลังการผลิตของสินค้าชนิดที่ i ที่สายการผลิต k ที่ช่วงเวลา t

w_i = ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าชนิดที่ i

v = ปริมาณการจัดเก็บสินค้าขั้นต่ำรวมทั้งหมด

ตัวแปรตัดสินใจ

Q_{it} = ปริมาณการขายสินค้าชนิดที่ i ที่ช่วงเวลา t

X_{ikt} = ปริมาณการผลิตของสินค้าชนิดที่ i ที่สายการผลิต k ที่ช่วงเวลา t

I_{it} = ปริมาณสินค้าคงคลังของสินค้าชนิดที่ i ที่ช่วงเวลาปลายงวด t

B_{it} = ปริมาณสินค้าขาดมือของสินค้าชนิดที่ i ที่ช่วงเวลาปลายงวด t

Y_{ikt} = การเปลี่ยนแปลงผลิตของสินค้าชนิดที่ i ที่สายการผลิต k ที่ช่วงเวลา t เป็นตัว

แปรจำนวนเต็ม Binary

3.4.1 สมการวัตถุประสงค์ของการวางแผนผลิต

สมการวัตถุประสงค์ของการวางแผนผลิต เพื่อให้เกิดผลตอบแทนสูงสุดจากการขายสินค้า และจากการผลิต โดยประกอบด้วย ผลตอบแทนจากการขายสินค้า ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือที่ลูกค้ารอได้ และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนผลิตสินค้าบนเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

ผลตอบแทนสูงสุด = รายได้จากการขาย - ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง - ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ - ค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแผนการผลิตสินค้า

$$Max Z = \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T r_i Q_{it} - \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T h_i I_{it} - \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T b_i B_{it} - \sum_{i=1}^I \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T s Y_{ikt}$$

3.4.2 สมการข้อจำกัด

สมการข้อจำกัดเป็นสมการที่กำหนดเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่เหมาะสมในการวางแผนการผลิตสินค้าโดยได้กำหนดข้อจำกัดดังนี้

3.4.2.1 ข้อจำกัดในการผลิต

ก. ปริมาณการผลิตสินค้ารวมทุกชนิดในแต่ละช่วงเวลาไม่ต่ำกว่ากำลังการผลิตต่ำสุดของแต่ละสายการผลิต

$$\sum_{i=1}^I X_{ikt} \geq m_{kt} \quad \forall k \forall t$$

ข. ปริมาณการผลิตสินค้ารวมทุกชนิดในแต่ละช่วงเวลาไม่เกินกำลังการผลิตสูงสุดของแต่ละสายการผลิต

$$\sum_{i=1}^I X_{ikt} \leq c_{kt} \quad \forall k \forall t$$

ค. สายการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้แตกต่างกัน จึงต้องจัดสรรการผลิตสินค้าตามความสามารถของสายการผลิตและเพื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายจากการปรับตั้งสายการผลิตเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิตสินค้า

$$X_{ikt} - p_{ikt}Y_{ikt} \leq 0 \quad \forall_i \forall_k \forall_t$$

3.4.2.2 ข้อจำกัดการจัดสมดุลปริมาณสินค้าขาดมือ

ก. การจัดสมดุลปริมาณสินค้าขาดมือพิจารณาร่วมกับปริมาณความต้องการสินค้าและปริมาณการขายสินค้า

$$B_{i,t-1} + d_{it} - Q_{it} = B_{it} \quad \forall_i \forall_k \forall_t$$

3.4.2.3 ข้อจำกัดสำหรับสินค้าคงคลัง

ก. การจัดสมดุลปริมาณสินค้าคงคลังพิจารณาร่วมกับปริมาณการผลิตสินค้าและการขายสินค้าในแต่ละช่วงเวลา

$$I_{i,t-1} + \sum_{k=1}^K X_{ikt} - Q_{it} = I_{it} \quad \forall_i \forall_t$$

ข. โรงงานกรณีศึกษา มีนโยบายให้จัดเก็บสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้า

$$\sum_{i=1}^I I_{it} \geq v \quad \forall_t$$

ค. ระดับสินค้าคงคลังแต่ละชนิดต้องจัดเก็บไม่เกินตามนโยบายที่กำหนด

$$I_{it} \leq w_i \quad \forall_i \forall_t$$

3.4.2.4 ข้อจำกัดสำหรับตัวแปรตัดสินใจ

ก. เงื่อนไขบังคับสำหรับตัวแปรตัดสินใจ โดย 0 คือ สินค้าจะไม่ถูกพิจารณาให้ผลิต และ 1 คือ สินค้าถูกพิจารณาให้ผลิตในแต่ละสายการผลิต

$$Y_{ikt} = \begin{cases} 1, & \text{สินค้าชนิดที่ } i \text{ ถูกสั่งผลิตที่สายการผลิต } k \text{ ที่ช่วงเวลา } t \\ 0, & \text{สินค้าไม่ถูกสั่งผลิต} \end{cases} \quad \forall_i \forall_k \forall_t$$

ข. ตัวแปรตัดสินใจต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

$$Q_{it}, X_{ikt}, B_{it} \text{ and } I_{it} \geq 0 \quad \forall_i \forall_k \forall_t$$

3.4.3 การพัฒนาแบบจำลองแผนการผลิตด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลและสร้างแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมแล้ว จึงนำแบบจำลองมาสร้างการวางแผนการผลิตโดยใช้ Microsoft Excel เพื่อหาคำตอบด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5 ดังนี้

3.4.3.1 การสร้างสมการการผลิตสินค้า

สร้างสมการการผลิตสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการผลิตและการส่งผลิตสินค้าแต่ละชนิดในสายการผลิตในแต่ละเดือน โดยการคำนวณปริมาณการผลิตสินค้านั้นในแต่ละสายการผลิตถูกกำหนดให้อยู่ในขอบเขตของกำลังการผลิตสูงสุดและต่ำสุดและปริมาณการผลิตสินค้าจะคำนวณรวมกับการระดับสินค้าคงคลังและปริมาณการขายสินค้า ดังแสดงในรูปที่ 3.2

A	B	C	D	E	F
53	กำลังการผลิตสายการผลิตที่ K				
54	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59
55	สูงสุด	1,902,500	1,502,800	...	1,266,000
56	ต่ำสุด	840,000	800,000	...	760,000
57	ปริมาณการผลิตสายการผลิตที่ K				
58	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59
59	สินค้า 1			...	
60	สินค้า 2				
61	⋮	⋮	⋮		
62	สินค้า 27				
63	รวม	=SUM(D59:D62)	=SUM(E59:E62)	=SUM(F59:F62)	=SUM(G59:G62)
64	การเลือกสินค้าในการผลิตสายการผลิตที่ K				
65	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59
66	สินค้า 1				
67	สินค้า 2			...	
68	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
69	สินค้า 27			...	
70	รวม	-	-	-	-
71	การจัดสรรการผลิตสินค้าในสายการผลิตที่ K				
72	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59
73	สินค้า 1	=D59-(D\$55*D66)	=E59-(E\$55*E66)	...	=G59-(G\$55*G66)
74	สินค้า 2	=D60-(D\$55*D67)	=E60-(E\$55*E67)	...	=G60-(G\$55*G67)
75	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
76	สินค้า 27				

รูปที่ 3.2 การสร้างสมการในการผลิตสินค้า

3.4.3.2 การสร้างสมการการจัดสมดุลปริมาณสินค้าขาดมือ

สร้างสมการสมดุลปริมาณสินค้าขาดมือ เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าขาดมือที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนของแต่ละรายการสินค้า โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณความต้องการสินค้าและปริมาณการขายสินค้าในแต่ละเดือน ดังแสดงในรูปที่ 3.3

	A	B	C	D	E	F
2	ปริมาณความต้องการสินค้า					
3	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
4	สินค้า 1	1,464,266	1,221,055	...	524,271	
5	สินค้า 2	8,945	22,049	...	5,350	
6	:	:	:	:	:	
7	สินค้า 27	37,740	9,950	...	2,640	
8	ปริมาณมาณการขายสินค้า					
9	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
10	สินค้า 1			...		
11	สินค้า 2			...		
12	:	:	:	:	:	
13	สินค้า 27			...		
14	ปริมาณสินค้าขาดมือ					
15	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
16	สินค้า 1			...		
17	สินค้า 2			...		
18	:	:	:	:	:	
19	สินค้า 27			...		
20	การจัดสมดุลสินค้าขาดมือ					
21	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
22	สินค้า 1	=D4-D10	=D22+E4-E10	...	=F22+G4-G10	
23	สินค้า 2				=F23+G5-G11	
24	:				:	
25	สินค้า 27			...	=F25+G7-G13	

รูปที่ 3.3 การสร้างสมการสมดุลปริมาณสินค้าขาดมือ

3.4.3.3 การสร้างสมการสินค้าคงคลัง

สร้างสมการสินค้าคงคลัง เพื่อคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนของแต่ละรายการสินค้า โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณการผลิตสินค้าและปริมาณการขายสินค้าในแต่ละเดือน โดยปริมาณสินค้าคงคลังถูกกำหนดการคำนวณให้อยู่ในขอบเขตจากข้อจำกัดปริมาณการจัดเก็บสูงสุดและต่ำสุด ดังแสดงในรูปที่ 3.4

	A	B	C	D	E	F
8	ปริมาณการขายสินค้า					
9	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
10	สินค้า 1			...		
11	สินค้า 2			...		
12	:	:	:	:	:	
13	สินค้า 27			...		
26	ปริมาณสินค้าคงคลัง					
27	ช่วงเวลา	ปริมาณต้นงวด	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59
28	สินค้า 1	286,571				
29	สินค้า 2	24,277				
30	:	:	:	:	:	
31	สินค้า 27	11,050				
32	การจัดสมมูลสินค้าคงคลัง					
33	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
34	สินค้า 1	=D28+D49-D10	=E28+E49-E10		=G28+G49-G10	
35	สินค้า 2	=D29+D50-D11				
36	:	:				
37	สินค้า 27	=D31+D52-D13	=E31+E52-E13	...	=G31+G52-G13	
38	ระดับการจัดเก็บสินค้าคงคลังสูงสุด					
39	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
40	สินค้า 1	500,000	500,000	...	500,000	
41	สินค้า 2	35,000	35,000	...	35,000	
42	:	:	:	:	:	
43	สินค้า 27	12,000	12,000	...	12,000	
44	ระดับการจัดเก็บสินค้าคงคลังรวมต่ำสุด					
45	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
46	รวมทุกสินค้า	1,274,200	1,274,200	...	1,274,200	
47	ปริมาณการผลิตสินค้ารวม 3 สายการผลิต					
48	ช่วงเวลา	ม.ค.-59	ก.พ.-59	...	ธ.ค.-59	
49	สินค้า 1			...		
50	สินค้า 2			...		
51	:	:	:	:	:	
52	สินค้า 27			...		

รูปที่ 3.4 การสร้างสมการข้อจำกัดสินค้าคงคลัง

3.4.3.4 การสร้างสมการวัตถุประสงค์

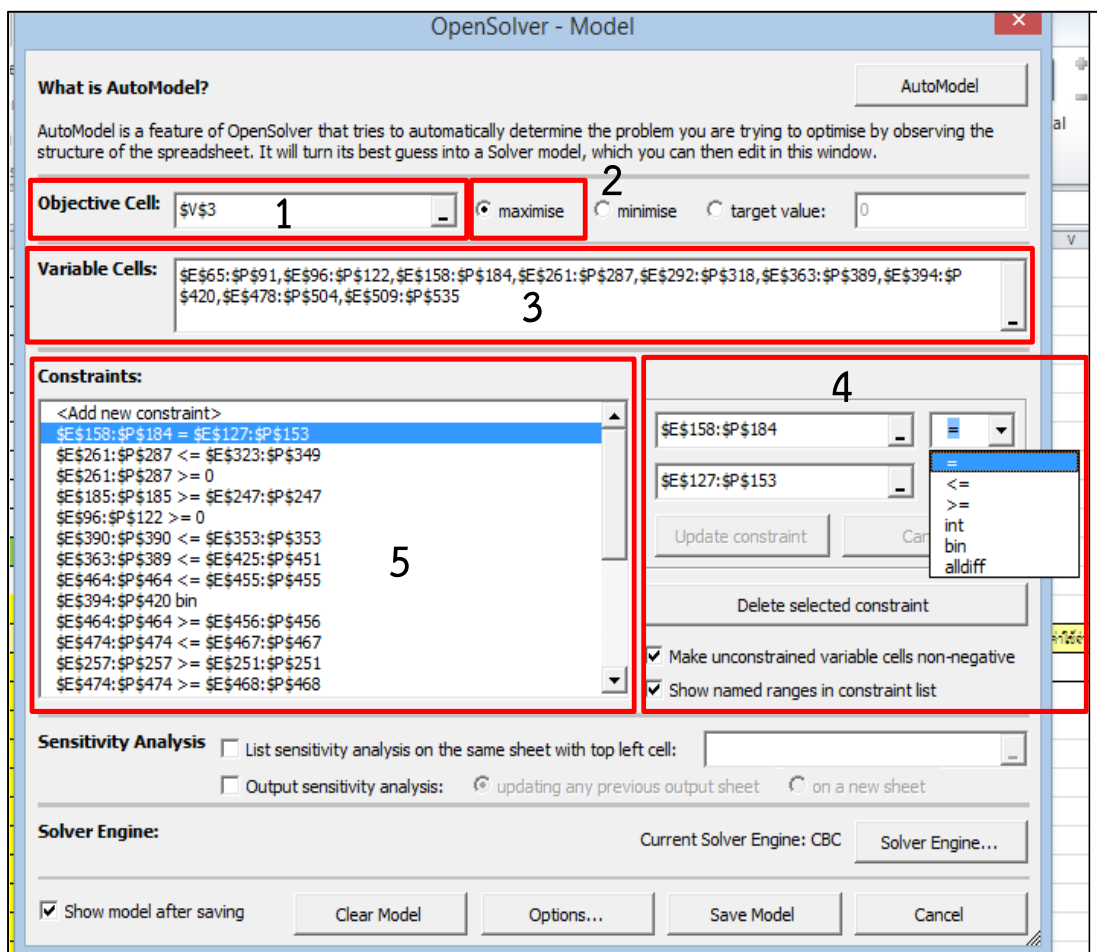
ทำการสร้างสูตรการคำนวณสมการวัตถุประสงค์ เพื่อหาผลตอบแทนสูงสุดจากการวางแผนการผลิตโดยนำผลรวมของแต่ละรายการสินค้าในแต่ละเดือนของแต่ละตัวแปร นำมาคำนวณรายได้จากการขายรวมและค่าใช้จ่ายรวมที่เกิดขึ้นและนำรายได้จากการขายรวมลบด้วยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเป็นผลตอบแทนสูงสุด ดังแสดงในรูปที่ 3.5

	A	B	I	J	K	L	M
2		ปริมาณความต้องการสินค้า					
3		ช่วงเวลา		ผลตอบแทนสูงสุด			
4		สินค้า 1		'=J7-K7-L7-M7			
5		สินค้า 2					
6		:		รายได้รวม	ค่าใช้จ่ายสินค้าขาคมือ	ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง	ค่าใช้จ่ายเปลี่ยนการผลิต
7		สินค้า 27		=SUM(L10:L13)	=SUM(L16:L19)	=SUM(L28:L31)	=SUM(L66:L69)
8		ปริมาณมาณการขายสินค้า					
9		ช่วงเวลา		ปริมาณขายรวม	ราคาขายต่อหน่วย	รายได้รวม	
10		สินค้า 1		=SUM(D10:G10)	10.98	=K10*J10	
11		สินค้า 2		=SUM(D11:G11)	11.44	=K11*J11	
12		:		:	:	:	
13		สินค้า 27		=SUM(D13:G13)	23.34	=K13*J13	
14		ปริมาณสินค้าขาคมือ					
15		ช่วงเวลา		สินค้าขาคมือรวม	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายรวม	
16		สินค้า 1		=SUM(D16:G16)	0.39	=K16*J16	
17		สินค้า 2		=SUM(D17:G17)	0.44	=K17*J17	
18		:		:	:	:	
19		สินค้า 27		=SUM(D19:G19)	1.01	=K19*J19	
26		ปริมาณมาณสินค้าคงคลัง					
27		ช่วงเวลา		สินค้าคงคลังรวม	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายรวม	
28		สินค้า 1		=SUM(E28:H28)	0.21	=K28*J28	
29		สินค้า 2		=SUM(E29:H29)	0.21	=K29*J29	
30		:		:	:	:	
31		สินค้า 27		=SUM(E31:H31)	0.21	=K31*J31	
64		การเลือกสินค้าในการผลิตสายการผลิตที่ K					
65		ช่วงเวลา		การเปลี่ยนแผนรวม	ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย	ค่าใช้จ่ายรวม	
66		สินค้า 1		=SUM(D66:G66)	1,000	=K66*J66	
67		สินค้า 2		=SUM(D67:G67)	1,000	=K67*J67	
68		:		=SUM(D68:G68)	1,000	:	
69		สินค้า 27		=SUM(D69:G69)	1,000	=K69*J69	

รูปที่ 3.5 การสร้างสมการวัตถุประสงค์

3.4.4 การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5

สร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิตด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8. ดังแสดงในรูปที่ 3.6 โดยทำการกำหนดสมการวัตถุประสงค์ลงใน Objective Cell ในช่องที่ 1 และเลือกวัตถุประสงค์ของสมการเป็น Maximise ในช่องที่ 2 เพื่อหาผลตอบแทนสูงสุด จากนั้นทำการกำหนดตัวแปรตัดสินใจจากตารางที่กำหนดไว้ใน Microsoft Excel ในช่องที่ 3 และทำการสร้างสมการข้อจำกัดโดยกำหนดสมการและเครื่องหมายตามแบบจำลองที่สร้างขึ้น ในช่องที่ 4 โดยในช่องที่ 5 จะแสดงสมการข้อจำกัดที่สร้างขึ้นทั้งหมด ทำการบันทึกแบบจำลองเพื่อนำไปคำนวณผลจากแบบจำลองต่อไป



รูปที่ 3.6 การสร้างแบบจำลองการวางแผนการผลิตด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5

3.5 การเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้าแล้วจึงนำผลจากการดำเนินงานของโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลองมาเปรียบเทียบผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นระหว่างกรณีศึกษาและแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม

บทที่ 4 ผลการวิจัย

จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลการวางแผนการผลิตสินค้าและการพัฒนาโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตสินค้าด้วย Microsoft Excel โดยสร้างและสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดและคำนวณผลด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5 เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลตอบแทนสูงสุด โดยข้อมูลสามารถวิเคราะห์ผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ปริมาณการวางแผนการผลิตของโรงงานการศึกษา

การวางแผนการผลิตของโรงงานการศึกษาก่อนการใช้แบบจำลองตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559 โดยการพิจารณาร่วมกันจากการประชุมของคณะทำงานวางแผนการผลิต ใช้ข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้าและระดับสินค้าคงคลัง เพื่อกำหนดปริมาณในการผลิตสินค้า พบว่าปริมาณการผลิตสินค้าสายการผลิตที่ 1 รวม 19,471,696 แผ่น สายการผลิตที่ 2 รวม 10,556,000 แผ่นและสายการผลิตที่ 3 รวม 18,181,710 แผ่น รวมทุกสายการผลิต 48,209,406 แผ่น มีปริมาณการผลิตมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2559 รวม 5,654,300 แผ่นและน้อยสุดเดือนพฤศจิกายน 2559 รวม 2,446,300 แผ่น ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการวางแผนการผลิตโรงงานการศึกษาดูเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

เดือน	สายการผลิต 1	สายการผลิต 2	สายการผลิต 3	รวม
ม.ค.-59	1,902,500	1,029,000	1,534,100	4,465,600
ก.พ.-59	1,502,800	1,158,000	1,711,500	4,372,300
มี.ค.-59	2,335,000	1,225,000	2,094,300	5,654,300
เม.ย.-59	1,870,526	1,078,000	1,380,280	4,328,806
พ.ค.-59	2,082,515	1,015,000	1,562,540	4,660,055
มิ.ย.-59	1,798,500	1,077,000	1,560,090	4,435,590
ก.ค.-59	1,639,600	863,000	1,422,400	3,925,000
ส.ค.-59	1,481,255	880,000	1,428,400	3,789,655
ก.ย.-59	1,548,000	467,000	1,514,100	3,529,100
ต.ค.-59	1,209,000	440,000	1,595,700	3,244,700
พ.ย.-59	836,000	500,000	1,110,300	2,446,300
ธ.ค.-59	1,266,000	824,000	1,268,000	3,358,000
รวม	19,471,696	10,556,000	18,181,710	48,209,406

ปริมาณการผลิตสินค้าตามรายการสินค้า พบว่าสินค้าชนิดที่ 1 มีการผลิตสูงสุด 13,200,675 แผ่น เนื่องจากมีความต้องการสูงสุด 13,094,809 แผ่น ปริมาณการวางแผนการผลิตรวมมากกว่าความต้องการ 1,662,487 แผ่น เพื่อเป็นสินค้าคงคลังในแต่ละเดือน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการวางแผนการผลิตสินค้าตามรายการสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา

รายการสินค้า	สายการผลิต 1	สายการผลิต 2	สายการผลิต 3	รวม	ความต้องการ
สินค้า 1	5,354,900	2,886,150	4,959,625	13,200,675	13,094,809
สินค้า 5	3,678,018	3,411,800	6,002,167	13,091,985	12,407,127
สินค้า 4	2,115,951	2,845,265	1,997,900	6,959,116	6,665,178
สินค้า 19	572,000	423,000	1,555,800	2,550,800	2,490,035
สินค้า 24	10,451	-	2,338,905	2,349,356	2,202,340
สินค้า 6	1,994,000	49,000	-	2,043,000	1,924,418
สินค้า 12	1,939,000	-	-	1,939,000	1,782,278
สินค้า 13	1,195,000	189,000	-	1,384,000	1,339,070
สินค้า 20	1,005,170	-	-	1,005,170	894,271
สินค้า 11	503,500	129,000	258,000	890,500	896,053
สินค้า 17	434,500	60,000	-	494,500	507,139
สินค้า 26	-	-	406,000	406,000	374,279
สินค้า 14	356,500	49,000	-	405,500	425,800
สินค้า 9	241,500	-	-	241,500	255,008
สินค้า 2	-	238,000	-	238,000	221,143
สินค้า 27	3,086	-	157,360	160,446	136,879
สินค้า 23	-	-	130,000	130,000	146,947
สินค้า 7	-	46,335	70,675	117,010	116,735
สินค้า 3	-	109,000	-	109,000	102,377
สินค้า 22	-	-	105,000	105,000	108,989
สินค้า 21	-	-	102,755	102,755	98,369
สินค้า 15	-	-	72,523	72,523	86,277
สินค้า 18	-	63,600	-	63,600	65,200
สินค้า 10	-	49,000	-	49,000	88,778
สินค้า 8	45,000	-	-	45,000	40,080
สินค้า 16	23,120	7,850	-	30,970	33,556
สินค้า 25	-	-	25,000	25,000	43,784
รวม	19,471,696	10,556,000	18,181,710	48,209,406	46,546,919

4.2 ปริมาณการวางแผนการผลิตจากแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม

ผลจากการวางแผนการผลิตด้วยแบบจำลองโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม โดยกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อหาผลตอบแทนสูงสุดและสมการข้อจำกัด พบว่าปริมาณการผลิตสินค้าสายการผลิตที่ 1 รวม 18,346,196 แผ่น สายการผลิตที่ 2 รวม 10,556,000 แผ่นและสายการผลิตที่ 3 รวม 17,141,423 แผ่น รวมทุกสายการผลิต 46,043,619 แผ่น มีปริมาณการผลิตมากที่สุดในเดือนมีนาคม 2559 รวม 5,072,504 แผ่นและน้อยสุดเดือนพฤศจิกายน 2559 รวม 2,446,300 แผ่น ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการวางแผนการผลิตจากแบบจำลองเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559

เดือน	สายการผลิต 1	สายการผลิต 2	สายการผลิต 3	รวม
ม.ค.-59	1,677,695	1,029,000	1,345,150	4,051,845
ก.พ.-59	1,489,740	1,158,000	1,711,500	4,359,240
มี.ค.-59	2,053,332	1,225,000	1,794,172	5,072,504
เม.ย.-59	1,642,439	1,078,000	1,283,177	4,003,616
พ.ค.-59	2,082,515	1,015,000	1,408,790	4,506,305
มิ.ย.-59	1,798,500	1,077,000	1,560,090	4,435,590
ก.ค.-59	1,261,720	863,000	1,407,583	3,532,303
ส.ค.-59	1,481,255	880,000	1,142,861	3,504,116
ก.ย.-59	1,548,000	467,000	1,514,100	3,529,100
ต.ค.-59	1,209,000	440,000	1,595,700	3,244,700
พ.ย.-59	836,000	500,000	1,110,300	2,446,300
ธ.ค.-59	1,266,000	824,000	1,268,000	3,358,000
รวม	18,346,196	10,556,000	17,141,423	46,043,619

ปริมาณการผลิตสินค้าตามรายการสินค้า พบว่าสินค้าชนิดที่ 1 มีการผลิตสูงสุด 13,269,345 แผ่น เนื่องจากมีความต้องการสูงสุด 13,094,809 แผ่น ปริมาณการวางแผนการผลิตรวมน้อยกว่าความต้องการ 503,300 แผ่น เนื่องจากการกำหนดข้อจำกัดสินค้าคงคลัง เพื่อควบคุมปริมาณการผลิตให้ส่งเข้าสินค้าเข้าคลังสินค้าเพื่อการจัดเก็บในระดับที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการวางแผนการผลิตสินค้าตามรายการสินค้าจากแบบจำลอง

รายการสินค้า	สายการผลิต 1	สายการผลิต 2	สายการผลิต 3	รวม	ความต้องการ
สินค้า 1	9,484,875	200,852	3,583,618	13,269,345	13,094,809
สินค้า 5	6,049,569	1,689,275	4,451,109	12,189,953	12,407,127
สินค้า 4	1,486,690	1,169,719	3,739,485	6,395,894	6,665,178
สินค้า 19	533,526	1,218,442	747,058	2,499,026	2,490,035
สินค้า 24	-	-	2,116,526	2,116,526	2,202,340
สินค้า 6	527,882	560,516	849,145	1,937,543	1,924,418
สินค้า 12	-	1,785,095	-	1,785,095	1,782,278
สินค้า 13	243,122	1,125,167	-	1,368,289	1,339,070
สินค้า 20	-	898,305	-	898,305	894,271
สินค้า 11	-	677,746	180,908	858,654	896,053
สินค้า 17	-	462,266	-	462,266	507,139
สินค้า 14	-	381,094	-	381,094	425,800
สินค้า 26	-	-	352,959	352,959	374,279
สินค้า 9	12,222	-	262,065	274,287	255,008
สินค้า 2	-	196,866	-	196,866	221,143
สินค้า 23	-	-	149,901	149,901	146,947
สินค้า 27	-	-	125,829	125,829	136,879
สินค้า 22	-	-	122,717	122,717	108,989
สินค้า 7	-	49,168	58,260	107,428	116,735
สินค้า 3	-	-	105,525	105,525	102,377
สินค้า 10	-	42,733	52,885	95,618	88,778
สินค้า 21	-	-	88,131	88,131	98,369
สินค้า 15	-	-	79,748	79,748	86,277
สินค้า 18	-	65,200	-	65,200	65,200
สินค้า 25	-	-	43,784	43,784	43,784
สินค้า 8	8,310	-	31,770	40,080	40,080
สินค้า 16	-	33,556	-	33,556	33,556
รวม	18,346,196	10,556,000	17,141,423	46,043,619	46,546,919

4.3 เปรียบเทียบผลการดำเนินงานระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง

4.3.1 เปรียบเทียบแผนการผลิตสินค้า

เมื่อเปรียบเทียบแผนการผลิตสินค้าเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559 พบว่า แผนการผลิตสินค้าจากแบบจำลองผลิตสินค้าลดลงในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมและเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมรวม 2,165,787 แผ่น โดยกรณีศึกษาวางแผนการผลิตรวม 48,209,406 แผ่นและแบบจำลองวางแผนการผลิตรวม 46,043,619 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบแผนการผลิตสินค้าระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง

เดือน	กรณีศึกษา	แบบจำลอง	ผลต่าง
ม.ค.-59	4,465,600	4,051,845	413,755
ก.พ.-59	4,372,300	4,359,240	13,060
มี.ค.-59	5,654,300	5,072,504	581,796
เม.ย.-59	4,328,806	4,003,616	325,190
พ.ค.-59	4,660,055	4,506,305	153,750
มิ.ย.-59	4,435,590	4,435,590	-
ก.ค.-59	3,925,000	3,532,303	392,697
ส.ค.-59	3,789,655	3,504,116	285,539
ก.ย.-59	3,529,100	3,529,100	-
ต.ค.-59	3,244,700	3,244,700	-
พ.ย.-59	2,446,300	2,446,300	-
ธ.ค.-59	3,358,000	3,358,000	-
รวม	48,209,406	46,043,619	2,165,787

การวางแผนการผลิตสินค้าลดลง 2,165,787 แผ่น เนื่องจากการควบคุมระดับสินค้าคงคลังสูงสุด 2,414,000 แผ่นและต่ำสุด 1,274,200 แผ่น ตามข้อจำกัดสินค้าคงคลังที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายจากการจัดเก็บสินค้าและจากการจัดสมดุลสมการสินค้าคงคลังซึ่งแผนการผลิตพิจารณาพร้อมกับปริมาณการขายสินค้าและปริมาณสินค้าคงคลังของแต่ละรายการสินค้าในแต่ละช่วงเวลา ปริมาณการจัดเก็บสินค้าคงคลังมีปริมาณสูงสุดในเดือนกันยายน 1,756,505 แผ่นและต่ำสุด 1,274,200 แผ่น โดยแบบจำลองมีปริมาณสินค้าคงคลังลดลงจากกรณีศึกษา 5,707,331 แผ่น ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบระดับสินค้าคงคลังระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง

เดือน	กรณีศึกษา	แบบจำลอง	ผลต่าง
ม.ค.-59	1,618,727	1,274,200	344,527
ก.พ.-59	1,468,306	1,274,200	194,106
มี.ค.-59	1,720,040	1,274,200	445,840
เม.ย.-59	1,625,129	1,274,200	350,929
พ.ค.-59	2,068,126	1,378,807	689,319
มิ.ย.-59	1,821,773	1,274,200	547,573
ก.ค.-59	1,754,966	1,274,200	480,766
ส.ค.-59	2,106,269	1,377,963	728,306
ก.ย.-59	2,398,977	1,756,505	642,472
ต.ค.-59	2,130,795	1,561,873	568,922
พ.ย.-59	1,596,921	1,274,200	322,721
ธ.ค.-59	1,666,050	1,274,200	391,850
รวม	21,976,079	16,268,748	5,707,331

เมื่อพิจารณาการขายสินค้า แผนการผลิตจากแบบจำลองไม่ส่งผลต่อการขายสินค้า ผลจากแบบจำลองมีปริมาณการขายสินค้าเท่ากับกรณีศึกษารวม 46,546,919 แผน ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบปริมาณการขายสินค้าระหว่างโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง

เดือน	กรณีศึกษา	แบบจำลอง	ผลต่าง
ม.ค.-59	4,555,145	4,555,145	-
ก.พ.-59	4,359,240	4,359,240	-
มี.ค.-59	5,072,504	5,072,504	-
เม.ย.-59	4,003,616	4,003,616	-
พ.ค.-59	4,401,698	4,401,698	-
มิ.ย.-59	4,540,197	4,540,197	-
ก.ค.-59	3,532,303	3,532,303	-
ส.ค.-59	3,400,353	3,400,353	-
ก.ย.-59	3,150,558	3,150,558	-
ต.ค.-59	3,439,332	3,439,332	-
พ.ย.-59	3,130,245	3,130,245	-
ธ.ค.-59	2,961,728	2,961,728	-
รวม	46,546,919	46,546,919	-

เมื่อพิจารณาแผนการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิตพบว่าแผนการผลิตสินค้าจากแบบจำลองซึ่งถูกสรุแสดงให้เห็นว่าแผนการผลิตเพิ่มขึ้นและลดลงในสินค้าแต่ละรายการเช่น สินค้าชนิดที่ 1 ผลิตในสายการผลิตที่ 1 เพิ่มขึ้นและผลิตในสายการผลิตที่ 2 และ 3 ลดลง เพื่อเป็นการควบคุมค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแปลงแผนการผลิตตามที่กำหนดในสมการวัตถุประสงค์ ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แผนการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

ชนิดสินค้า	สายการผลิต 1		สายการผลิต 2		สายการผลิต 3	
	กรณีศึกษา	แบบจำลอง	กรณีศึกษา	แบบจำลอง	กรณีศึกษา	แบบจำลอง
1	↓ 5,354,900	↑ 9,484,875	↑ 2,886,150	↓ 200,852	↑ 4,959,625	↓ 3,583,618
2	-	-	↑ 238,000	↓ 196,866	-	-
3	-	-	↑ 109,000	↓ -	↓ -	↑ 105,525
4	↑ 2,115,951	↓ 1,486,690	↑ 2,845,265	↓ 1,169,719	↓ 1,997,900	↑ 3,739,485
5	↓ 3,678,018	↑ 6,049,569	↑ 3,411,800	↓ 1,689,275	↑ 6,002,167	↓ 4,451,109
6	↑ 1,994,000	↓ 527,882	↓ 49,000	↑ 560,516	↓ -	↑ 849,145
7	-	-	↓ 46,335	↑ 49,168	↑ 70,675	↓ 58,260
8	↑ 45,000	↓ 8,310	-	-	↓ -	↑ 31,770
9	↑ 241,500	↓ 12,222	-	-	↓ -	↑ 262,065
10	-	-	↑ 49,000	↓ 42,733	↓ -	↑ 52,885
11	↑ 503,500	↓ -	↓ 129,000	↑ 677,746	↑ 258,000	↓ 180,908
12	↑ 1,939,000	↓ -	↓ -	↑ 1,785,095	-	-
13	↑ 1,195,000	↓ 243,122	↓ 189,000	↑ 1,125,167	-	-
14	↑ 356,500	↓ -	↓ 49,000	↑ 381,094	-	-
15	-	-	-	-	↓ 72,523	↑ 79,748
16	↑ 23,120	↓ -	↓ 7,850	↑ 33,556	-	-
17	↑ 434,500	↓ -	↓ 60,000	↑ 462,266	-	-
18	-	-	↓ 63,600	↑ 65,200	-	-
19	↑ 572,000	↓ 533,526	↓ 423,000	↑ 1,218,442	↑ 1,555,800	↓ 747,058
20	↑ 1,005,170	↓ -	↓ -	↑ 898,305	-	-
21	-	-	-	-	↑ 102,755	↓ 88,131
22	-	-	-	-	↓ 105,000	↑ 122,717
23	-	-	-	-	↓ 130,000	↑ 149,901
24	↑ 10,451	↓ -	-	-	↑ 2,338,905	↓ 2,116,526
25	-	-	-	-	↓ 25,000	↑ 43,784
26	-	-	-	-	↑ 406,000	↓ 352,959
27	↑ 3,086	↓ -	-	-	↑ 157,360	↓ 125,829
รวม	↑ 19,471,696	↓ 18,346,196	↑ 10,556,000	↑ 10,556,000	↑ 18,181,710	↓ 17,141,423

เมื่อพิจารณาตัวแปรตัดสินใจจากแผนการผลิตของแบบจำลองพบว่าปริมาณการวางแผนการผลิตลดลง 2,165,787 แผ่น คิดเป็น 4.49%, ปริมาณสินค้าขาดมือลดลง 911,148 แผ่น คิดเป็น 69.69%, ปริมาณสินค้าคงคลังลดลง 5,707,331 แผ่น คิดเป็น 25.97% และจำนวนการเปลี่ยนแปลงการผลิตให้ผลลดลงจากกรณีศึกษาและปริมาณการขายให้ผลเท่ากับกรณีศึกษารวม 46,546,919 ดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบผลของตัวแปรตัดสินใจ

รายการ	ปริมาณวางแผนการผลิต	ปริมาณการขาย	ปริมาณสินค้าขาดมือ	ปริมาณสินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงการผลิต
กรณีศึกษา	48,209,406	46,546,919	1,307,420	21,976,079	311
แบบจำลอง	46,043,619	46,546,919	396,272	16,268,748	303
ผลต่าง	2,165,787	-	911,148	5,707,331	8
ร้อยละ	4.49%	0.00%	69.69%	25.97%	2.57%

4.3.2 เปรียบเทียบผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิต

จากการเก็บรวบรวมผลการดำเนินงานจากการวางแผนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาปี 2559 พบว่าโรงงานมีรายได้จากการขายสินค้า 540,640,333 บาท และมีค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิตซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ 795,908 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง 4,614,977 บาท ค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนแปลงการผลิต 311,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิต 5,721,884 บาท โดยให้ผลตอบแทนรวมทั้งหมด 534,918,449 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายการจากวางแผนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

เดือน	รายได้จากการขายสินค้า	ค่าใช้จ่าย : บาท				ผลตอบแทน
		สินค้าขาดมือ	สินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงการผลิต	รวม	
ม.ค.-59	52,789,100	89,115	339,933	25,000	454,047	52,335,053
ก.พ.-59	50,693,335	60,222	308,344	27,000	395,566	50,297,769
มี.ค.-59	58,986,283	256,195	361,208	26,000	643,404	58,342,880
เม.ย.-59	46,752,049	162,091	341,277	26,000	529,368	46,222,680
พ.ค.-59	51,498,375	34,580	434,306	29,000	497,886	51,000,489
มิ.ย.-59	52,997,752	75,222	382,572	25,000	482,795	52,514,957
ก.ค.-59	42,156,583	9,477	368,543	26,000	404,019	41,752,564
ส.ค.-59	38,988,067	21,737	442,316	30,000	494,053	38,494,014

ตารางที่ 4.10 ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายการจากวางแผนผลิตของโรงงานกรณีศึกษา (ต่อ)

เดือน	รายได้จากการขายสินค้า	ค่าใช้จ่าย : บาท				ผลตอบแทน
		สินค้าขาดมือ	สินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงการผลิต	รวม	
ก.ย.-59	36,704,146	3,571	503,785	28,000	535,356	36,168,790
ต.ค.-59	38,939,511	-	447,467	24,000	471,467	38,468,044
พ.ย.-59	31,636,939	14,261	335,353	23,000	372,614	31,264,325
ธ.ค.-59	38,498,192	69,437	349,871	22,000	441,308	38,056,884
รวม	540,640,333	795,908	4,614,977	311,000	5,721,884	534,918,449

ผลการดำเนินงานการวางแผนการผลิตของแบบจำลองปี 2559 พบว่าโรงงานมีรายได้จากการขายสินค้า 540,640,333 บาท และมีค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิตซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ 142,127 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง 3,416,437 บาท ค่าใช้จ่ายจากการเปลี่ยนแปลงการผลิต 303,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายจากการวางแผนผลิต 5,721,885 บาท โดยให้ผลตอบแทนรวมทั้งหมด 536,778,770 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายการจากวางแผนผลิตของแบบจำลอง

เดือน	รายได้จากการขายสินค้า	ค่าใช้จ่าย : บาท				ผลตอบแทน
		สินค้าขาดมือ	สินค้าคงคลัง	การเปลี่ยนแปลงการผลิต	รวม	
ม.ค.-59	52,789,100	-	267,582	19,000	286,582	52,502,518
ก.พ.-59	50,693,335	-	267,582	28,000	295,582	50,397,753
มี.ค.-59	58,986,283	-	267,582	29,000	296,582	58,689,701
เม.ย.-59	46,752,049	-	267,582	26,000	293,582	46,458,467
พ.ค.-59	51,498,375	-	289,549	29,000	318,549	51,179,825
มิ.ย.-59	52,997,752	-	267,582	25,000	292,582	52,705,170
ก.ค.-59	42,156,583	-	267,582	28,000	295,582	41,861,001
ส.ค.-59	38,988,067	-	289,372	28,000	317,372	38,670,695
ก.ย.-59	36,704,146	-	368,866	24,000	392,866	36,311,280
ต.ค.-59	38,939,511	-	327,993	26,000	353,993	38,585,517
พ.ย.-59	31,636,939	142,127	267,582	21,000	430,709	31,206,231
ธ.ค.-59	38,498,192	-	267,582	20,000	287,582	38,210,610
รวม	540,640,333	142,127	3,416,437	303,000	5,721,885	536,778,770

เปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างกรณีศึกษาและแบบจำลองพบว่า รายได้จากการขายสินค้าให้ผลเท่ากัน 540,640,333 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือลดลง 653,781 บาท คิดเป็น 82.14% ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังลดลง 1,198,540 บาท คิดเป็น 25.97% และค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแปลงผลิตสินค้าลดลง 8,000 บาท คิดเป็น 3.22% ส่งผลให้ผลการดำเนินงานมีผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 1,860,321 บาท คิดเป็น 0.35% ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายจากการวางแผนการผลิต

รายได้ / ค่าใช้จ่าย	กรณีศึกษา (บาท)	แบบจำลอง (บาท)	ผลต่าง	ร้อยละ
รายได้จากการขาย	540,640,333	540,640,333	-	0.00%
ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ	795,908	142,127	653,781	82.14%
ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง	4,614,977	3,416,437	1,198,540	25.97%
ค่าใช้จ่ายเปลี่ยนผลิต	311,000	303,000	8,000	2.57%
รวมผลตอบแทน	534,918,449	536,778,770	(1,860,321)	-0.35%



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อใช้ในการวางแผนการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาคอนกรีต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลตอบแทนสูงสุดจากการวางแผนการผลิต ภายใต้ข้อจำกัดการผลิตและข้อจำกัดการเก็บสินค้าคงคลัง โดยผู้วิจัยได้สรุปประเด็นสำคัญและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวางแผนผลิตของโรงงานกรณีศึกษาใช้ข้อมูลปริมาณความต้องการสินค้า กำลังการผลิต และระดับสินค้าคงคลังเพื่อกำหนดปริมาณการผลิตสินค้าแต่ละรายการ โดยมีปริมาณการวางแผนผลิตสินค้าปี 2559 รวม 48,209,406 แผ่น ผลการดำเนินงานจากการวางแผนผลิตโรงงานกรณีศึกษามีปริมาณการขายสินค้ารวม 46,546,919 แผ่น ปริมาณสินค้าขาดมือรวม 1,307,420 แผ่น ปริมาณสินค้าคงคลังรวม 21,976,079 แผ่นและการเปลี่ยนแปลงการผลิตรวม 311 ครั้ง

จากการรวบรวมข้อมูลการผลิตสินค้าและข้อมูลการจัดเก็บสินค้าคงคลังสำหรับนำมาออกแบบและกำหนดข้อจำกัดของแบบจำลองเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมด้วยโปรแกรม Microsoft Excel และโปรแกรม Open Solver 2.8.5 เพื่อให้การวางแผนผลิตเป็นไปตามข้อกำหนดการผลิตที่เกิดขึ้นจริง มีปริมาณการวางแผนผลิตสินค้าปี 2559 รวม 46,043,619 แผ่น ผลการดำเนินงานจากการแบบจำลองมีปริมาณการขายสินค้ารวม 46,546,919 แผ่น ปริมาณสินค้าขาดมือรวม 396,272 แผ่น ปริมาณสินค้าคงคลังรวม 16,268,748 แผ่นและการเปลี่ยนแปลงการผลิตรวม 303 ครั้ง

ผลการดำเนินงานการวางแผนผลิตของแบบจำลองเมื่อประมวลผลด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5 พบว่าปริมาณการวางแผนการผลิตลดลง 2,165,787 แผ่น คิดเป็น 4.49% ปริมาณสินค้าขาดมือลดลง 911,148 แผ่น คิดเป็น 69.69% ปริมาณสินค้าคงคลังลดลง 5,707,331 แผ่น คิดเป็น 25.97% การเปลี่ยนแปลงการผลิตสินค้าลดลง 8 ครั้ง คิดเป็น 2.57%

การวางแผนผลิตสินค้าของโรงงานกรณีศึกษามีรายได้จากการขายสินค้า 540,640,333 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ 795,908 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง 4,614,977 บาทและค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแปลงการผลิต 311,000 บาท สำหรับการวางแผนผลิตสินค้าของแบบจำลองมีรายได้จากการขายสินค้า 540,640,333 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือ 142,127 บาท ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลัง 3,416,437 บาทและค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแปลงการผลิต 303,000 บาท

ค่าใช้จ่ายจากการวางแผนผลิตสินค้าจากแบบจำลองลดลงจากโรงงานกรณีศึกษา โดยค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือลดลง 653,781 บาท คิดเป็น 82.14% ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังลดลง

1,198,540 บาท คิดเป็น 25.97% และค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแผนผลิตสินค้าลดลง 8,000 บาท คิดเป็น 3.22% โดยคิดเป็นผลตอบแทนเพิ่มขึ้น 1,860,321 บาท คิดเป็น 0.35%

5.2 การอภิปรายผล

ผลการดำเนินงานปริมาณการวางแผนผลิตลดลง 2,165,787 แผ่น เนื่องจากการกำหนดข้อจำกัดสินค้าคงคลังเพื่อควบคุมให้มีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสม โดยปริมาณสินค้าคงคลังกำหนดสูงสุด 2,414,000 แผ่นและต่ำสุด 1,274,200 แผ่น ปริมาณสินค้าคงคลังจากแบบจำลองมีปริมาณสูงสุด 1,756,505 แผ่น และต่ำสุด 1,274,200 แผ่น

รายได้จากการขายสินค้าจากโรงงานกรณีศึกษาและแบบจำลอง มีรายได้เท่ากันรวม 540,640,333 บาท แสดงให้เห็นว่าปริมาณการวางแผนการผลิตของแบบจำลอง 46,043,619 แผ่น สามารถผลิตสินค้าเพื่อรองรับปริมาณการขายได้ โดยไม่ผลิตสินค้าตามกำลังการผลิตสูงสุด 48,209,406 แผ่น เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการวางแผนการผลิต โดยกำลังการผลิตสูงสุดที่กำหนดขึ้นในข้อจำกัดของแบบจำลองใช้ปริมาณการผลิตสูงสุดในแต่ละเดือนของปี

ค่าใช้จ่ายสินค้าขาดมือจากแบบจำลองลดลง 653,781 บาท แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีการปรับปริมาณแผนการผลิตสินค้าแต่ละรายการโดยพิจารณาจากปริมาณความต้องการสินค้าและลดปริมาณสินค้าคงคลังในบางรายการเพื่อนำมาผลิตให้ในรายการสินค้าที่มีสินค้าขาดมือ

ค่าใช้จ่ายสินค้าคงคลังลดลง 1,198,540 บาท แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองปรับลดปริมาณแผนการผลิตสินค้า เพื่อควบคุมปริมาณสินค้าคงคลังให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนด

ค่าใช้จ่ายเพื่อเปลี่ยนแผนการผลิตลดลง 8,000 บาท จากการกำหนดค่าใช้จ่ายการเปลี่ยนแผนการผลิตสินค้าในสมการวัตถุประสงค์ การวางแผนผลิตสินค้าของแบบจำลองจึงมีการปรับปริมาณแผนการผลิตสินค้าในแต่ละสายการผลิต

5.3 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นมีข้อมูลตัวแปรมากกว่า 200 ตัวแปร จึงไม่สามารถประมวลผลด้วยโปรแกรม Solver ซึ่งเป็น add in ของโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมีข้อจำกัดของข้อมูลไม่เกิน 200 ตัวแปร ผู้วิจัยจึงได้ทำการประมวลผลแบบจำลองด้วยโปรแกรม Open Solver 2.8.5 ซึ่งโปรแกรมไม่มีข้อจำกัดด้านข้อมูลและเป็นโปรแกรม Open Source สามารถนำมาใช้และพัฒนาได้

แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้นำไปประยุกต์ใช้สำหรับการวางแผนการผลิตสินค้าของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อควบคุมการเกิดสินค้าขาดมือและไม่ให้เกิดปริมาณสินค้าคงคลังมากเกินไปกำหนด

บรรณานุกรม

1. Winston, W.L. and J.B. Goldberg, *Operations Research Applications and Algorithms (4th edition)*. 4th edition ed. 2004, Belmont, CA: Brooks/Cole—Thomson Learning.
2. Sel, C., B. Bilgen, J.M. Bloemhof-Ruwaard and J.G.A.J.v.d. Vorst, *Multi-bucket optimization for integrated planning and scheduling in the perishable dairy supply chain*. *Computers & Chemical Engineering*, 2015. 77: p. 59–73.
3. Sel, Ç. and B. Bilgen, *Hybrid simulation and MIP based heuristic algorithm for the production and distribution planning in the soft drink industry*. *Journal of Manufacturing Systems*, 2014. 33(3): p. 385–399.
4. Martínez, K.Y.P., E.A.V. Toso and R. Morabito, *Production planning in the molded pulp packaging industry*. *Computers & Industrial Engineering*, 2016. 98: p. 554–566.
5. Hnaien, F., F. Yalaoui, A. Mhadhbi and M. Nourelfath, *A mixed-integer programming model for integrated production and maintenance*. *IFAC-PapersOnLine*, 2016. 49(12): p. 556-561.
6. Sarkar, B. and I. Moon, *Improved quality, setup cost reduction, and variable backorder costs in an imperfect production process*. *Int. J. Production Economics*, 2014. 155: p. 204–213.
7. Alfares, H.K. and R. Turnadi, *General model for single-item lot-sizing with multiple suppliers, quantity discounts, and backordering*. *Procedia CIRP*, 2016. 56: p. 199–202.
8. เพชรายุทธ แซ่หลี and อภิชัย ฤตวิรุฬห์, *แบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนการผลิตเครื่องสำอางจากสมุนไพร*. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 2557. 37(3): p. 347-360.
9. ชัยมงคล ลิ้มเพียรชอบ, *แบบจำลองการโปรแกรมเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มสำหรับการวางแผนการเพาะปลูกและการเลือกรูปแบบการขนส่งของโซ่อุปทานผักกาดหอม*. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน*, 2556. 1(2).
10. Hastuti, R.P., H. Yuliando and I.W.F. Aziz, *Production Scheduling Using Mixed Integer Programming: Case of Bread Small and Medium Enterprise at*

Yogyakarta. Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2015. 3: p. 211–215.

11. Bredström, D., K. Haugenb, A. Olstad and J. Novotný, *A mixed integer linear programming model applied in barge planning for Omya*. Operations Research Perspectives, 2015. 2: p. 150–155.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
การพัฒนาตนเอง

เข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ “งานประชุมวิชาการย้ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2560” โดยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 12 – 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2560



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สรไกร อังสุทัตสรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	11/06/2523
สถานที่เกิด	จ.ราชบุรี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาโท สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต พระราชวังสนามจันทร์ (กำลังศึกษา) ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	29/32 หมู่ 11 ต.โคกสว่าง อ.เมือง จ.สระบุรี 18000
ผลงานตีพิมพ์	คณะ พันธุ์สวัสดิ์, สรไกร อังสุทัตสรณ์, "การวางแผนการผลิตสินค้าหลายผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาด้วย ค่าใช้จ่ายคงที่ : กรณีศึกษาสินค้ากระเบื้องหลังคาคอนกรีต ", Industrial Engineering Network Conference (IE Network 2017) (2017)

