การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์

กัญญาณัฐ น่วมอิ่ม

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์

กัญญาณัฐ น่วมอิ่ม

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์"

ของ กัญญาณัฐ น่วมอิ่ม

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย เทพกรณ์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ดร.ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ดร.ใกล้รุ่ง พรอนันต์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ดร.จารุวัฒน์ พัฒน์มณี)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์

ผู้วิจัย กัญญาณัฐ น่วมอิ่ม

ประธานที่ปรึกษา ดร.ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.ม. โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์,อาหารสัตว์,แผนการจัดซื้อและจัดหา, แผนการผลิต,แบบจำลองสถานการณ์

บทคัดย่อ

อาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพด เป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีคุณภาพสูงและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ในการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพดนี้ได้ประสบปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นข้าวโพด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการด้านการจัดซื้อจัดหาและการผลิตของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในจังหวัดสุโขทัยเป็นกรณีศึกษา ส่วนแรกของงานวิจัยได้นำเสนอแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุกและช่วยตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ โปรแกรม Microsoft Excel Solver เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้เพื่อค้นหาคำตอบของแบบจำลองที่ถูกนำเสนอขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด คือ 318,757.60 บาท แบ่งเป็นต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน คือ 7,507.60 บาท และต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด คือ 311,250 บาท ส่วนที่สองของงานวิจัยให้ความสำคัญที่อรรถประโยชน์การใช้งานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดด้วยการจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ โปรแกรมการจำลองที่ถูกนำเสนอขึ้น คือโปรแกรมเฟลกซิม ซึ่งได้สร้างแบบจำลองต้นแบบขึ้น โดยผลลัพธ์ที่สามารถเชื่อถือได้ เนื่องจากมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการผลิตของโรงงาน ดังนั้นจึงสามารถนำเอาแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายถึงลักษณะของกระบวนการผลิตและใช้เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสมได้ ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้สามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อให้เกิดความเหมาะสมทั้งด้านการจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบและด้านการผลิตในการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดของโรงงานกรณีศึกษานี้ได้

Title FRESH CORN PROCUREMENT AND PRODUCTION PLANNING FOR THE ANIMAL FEED FACTORY

Author Gunyanat Noamim

Advisor Ph.D. Sirikarn Chansombat

Academic Paper M.S. Thesis in Logistics and Supply Chain - (Type A 2), Naresuan University, 2023

Keywords Mathematical Model, Silage Production, Procurement Planning, Production Planning, Simulation Model

ABSTRACT

Corn silage is a high quality feed for ruminants that is widely used. In corn silage production, the main problem is the lack of resources, particularly corn plants.The objective of this research is to enhance the procurement and production management of a corn silage production company in Sukhothai province, which serves as the case study. Firstly, this research proposes a Mixed Integer Linear Programming (MILP) model for simultaneously solving the integration of truck allocation and resource procurement selection planning decisions. Microsoft Excel Solver was used to solve the proposed MILP model. It was found that the minimum total costs were 318,757.60 Baht, including transportation cost of 7,507.60 Baht and resource purchasing cost of 311,250 Baht. Secondly, this research points out the machine utilization in the corn silage production process through computer simulation modelling. The proposed simulation program, FlexSim, generates the prototype model. The results of the prototype model demonstrate its reliability and aligning with production standards. Therefore, the developed simulation can be considered representative and capable of identifying opportunities to improve and suggest possible optimizations. The results of this research will provide decision support for optimizing the procurement and production management of the corn silage production company.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยเนื่องจากไปรับคำปรึกษา และความอนุเคราะห์จาก ดร.ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ ประธานที่ปรึกษาวิทยาพนิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ โดยได้รับความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ และเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่อง เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข จนทำให้วิทยานิพน์ฉบับนี้สมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณโรงงานผลิตอาหารสัตว์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัยที่ให้ความกรุณาเป็นโรงงานกรณีศึกษา ตลอดจนสนับสนุนข้อมูลต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์แก่การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

กัญญาณัฐ น่วมอิ่ม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการศึกษา 2

ขอบเขตของงานวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) 5

การวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ (Procurement Planning) 8

การวางแผนการผลิต (Production Planning) 10

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) 12

การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver 15

การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) 21

การผลิตอาหารสัตว์ (Silage Production) 24

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....27
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....37
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....37
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....38
บทที่ 4 ผลงานวิจัย.....42
ข้อมูลที่ได้รับจากโรงงานกรณีศึกษา.....42
ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด.....47
ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์.....71
บทที่ 5 สรุปผลงานวิจัย.....90
สรุปผลงานวิจัย.....90
สรุปผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด.....90
สรุปผลงานในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์.....92
บรรณานุกรม.....94
ประวัติผู้วิจัย.....101

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 การจำแนกการวางแผนการผลิตตามระยะเวลา.....12

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....28

ตาราง 3 รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีอยู่ของโรงงาน.....44

ตาราง 4 รายละเอียดข้อมูลของพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดที่พิจารณา.....49

ตาราง 5 ข้อมูลด้านต้นทุนการขนส่งของยานพาหนะแต่ละชนิดเมื่อเทียบตามระยะทาง.50

ตาราง 6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver.....59

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านราคารับซื้อต้นข้าวโพดสด 66

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสด จากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด.....67

ตาราง 9 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่ง ข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ.....68

ตารตาราง 10 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่ง ข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ.....69

ตารตาราง 11 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่ง ข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ.....70

ตาราง 12 สถานการณ์ (Scenarios) ในการจำลองลักษณะต่าง ๆ.....72

ตาราง 13 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละสถานการณ์.....84

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 เส้นทางจากโรงงานและพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพด 3
ภาพ 2 ขั้นตอนต่างๆ ในโซ่อุปทาน 6
ภาพ 3 การติดตั้งฟังก์ชัน Solver เข้าสู่โปรแกรม Microsoft Excel 18
ภาพ 4 การเลือก Add-in ฟังก์ชันของ Solver สำหรับโปรแกรม Microsoft Excel 18
ภาพ 5 แทบเครื่องมือของฟังก์ชัน Solver 19
ภาพ 6 Dialog box ของ Solver Parameters 19
ภาพ 7 Dialog box เพื่อเพิ่มเงื่อนไขข้อจำกัด 20
ภาพ 8 Dialog box เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้ 20
ภาพ 9 การจับภาพหน้าจอโปรแกรมเฟลกซิม 24
ภาพ 10 ขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์ 25
ภาพ 11 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 39
ภาพ 12 การเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดสด 43
ภาพ 13 ขั้นตอนการผลิตข้าวโพดอัดก้อน 44
ภาพ 14 ขั้นตอนการบดต้นข้าวโพดสด 45
ภาพ 15 การบรรจุหีบห่อข้าวโพดอัดก้อน 45
ภาพ 16 ข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ 46
ภาพ 17 ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก 46
ภาพ 18 เส้นทางจากโรงงานกับพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดที่พิจารณา 48
ภาพ 19 ภาพจับหน้าจอโปรแกรม Microsoft Excel Solver 53

ภาพ 20 การกำหนดข้อมูลของแบบจำลองบน Solver Parameter.....54
ภาพ 21 การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์.....55
ภาพ 22 การกำหนด Solver Parameters เพื่อหาคำตอบ.....55
ภาพ 23 ผลลัพธ์จากการประมวลผลผ่าน Microsoft Excel Solver.....57
ภาพ 24 ผลลัพธ์จากการประมวลผลผ่าน Microsoft Excel Solver และ Dialog Box.....57
ภาพ 25 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของฟังก์ชันวัตถุประสงค์.....61
ภาพ 26 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของตัวแปรการตัดสินใจ.....62
ภาพ 27 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของเงื่อนไขข้อจำกัด.....63
ภาพ 28 การเปรียบเทียบรายได้ของโรงงานกรณีศึกษา.....65
ภาพ 29 การตั้งค่าเริ่มต้นโปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์.....74
ภาพ 30 การตั้งค่าเวลาการดำเนินงานโปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์.....74
ภาพ 31 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 1.....77
ภาพ 32 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 2.....78
ภาพ 33 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 3.....79
ภาพ 34 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 4.....80
ภาพ 35 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 5.....81
ภาพ 36 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 6.....82
ภาพ 37 การเปรียบเทียบรายได้การจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนทั้ง 6 สถานการณ์.....89
ภาพ 38 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งปัจจุบัน และต้นทุนแบบใหม่.....91

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ที่ถูกใช้เพื่อเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและผลกำไรที่จะได้รับของบริษัทได้ (Giunipero & Brand, 1996) ด้วยความที่โซ่อุปทานมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) ที่เกี่ยวข้องกับการไหลของข้อมูล ผลิตภัณฑ์ และเงินลงทุนในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งกิจกรรมในโซ่อุปทานนั้นจะเริ่มต้นเมื่อเกิดคำสั่งซื้อของลูกค้าและสิ้นสุดลงเมื่อลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ตามความต้องการ (Chopra & Meindl, 2016)

การจัดหาวัตถุดิบ (Procurement) เป็นจุดเชื่อมโยงที่สำคัญในโซ่อุปทานที่เป็นการเชื่อมโยงระหว่างผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) กับผู้ผลิต (Manufacturer) เนื่องจากการจัดหาวัตถุดิบสามารถมีอิทธิผลต่อความสำเร็จขององค์กรได้ และสิ่งสำคัญของการจัดหาวัตถุดิบ คือ ต้องมีอุปทาน (Supply) ของวัตถุดิบในปริมาณที่เพียงพอต่อกระบวนการผลิตในราคาที่เหมาะสม รวมถึงมีคุณภาพตรงตามที่กำหนดอีกด้วย ดังนั้นเพื่อให้สามารถจัดหาวัตถุดิบได้อย่างเพียงพอต่อกระบวนการผลิต ไม่ให้กระบวนการผลิตต้องเกิดการหยุดชะงัก กระบวนการในการจัดหาวัตถุดิบจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญต่อความสำเร็จขององค์กร

การผลิตอาหารสัตว์เพื่อการปศุสัตว์ถือเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2563 จากข้อมูลการส่งออกสินค้าปศุสัตว์ของประเทศ พบว่า สินค้าปศุสัตว์ในส่วนของสุกรมีชีวิตมีปริมาณการส่งออกรวม 2 ล้านตัว ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้ามากถึง 344.30 เปอร์เซ็นต์ และคิดเป็นมูลค่าสูงถึง 1.3 หมื่นล้านบาท ในส่วนของการส่งออกเนื้อไก่ ช่วงเดือนมกราคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีปริมาณการส่งออกรวม 7.69 แสนตัน โดยมีปริมาณการส่งออกมากกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อนหน้า 0.67 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นมูลค่ารวม 8.9 หมื่นล้านบาท (กรุงเทพธุรกิจ, 2564) โดยประเทศไทยเริ่มมีอัตราการส่งออกสินค้าปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2561 ภายใต้สถานการณ์ปกติก่อนการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เนื่องจากเนื้อสัตว์ของประเทศไทยมีมาตรฐานด้านความปลอดภัย ไม่มี

สารปนเปื้อน สารตกค้าง และปราศจากโรค ส่งผลทำให้หลายประเทศให้ความเชื่อมั่นต่อสินค้าปศุสัตว์ของประเทศไทยเป็นอย่างมาก (สำนักการค้าสินค้ากรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ, 2564)

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้เห็นถึงความสำคัญของการจัดซื้อ การจัดหา และการผลิตอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพด ซึ่งเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีคุณภาพสูงและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย สำหรับโรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย เป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่มีวัตถุดิบหลัก คือ ต้นข้าวโพดสด ด้วยความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน การใช้อาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องนั้น ทำให้โรงงานกรณีศึกษามีคำสั่งซื้อจากลูกค้าในปริมาณมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ทางโรงงานประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตเพียงพอ ก่อให้เกิดปัญหาการใช้งานเครื่องจักรไม่เต็มความสามารถ (Max Utilization of Machine) อีกทั้งยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นได้ ทำให้ขาดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น จึงนำมาซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด สำหรับการผลิตอาหารสัตว์ให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์

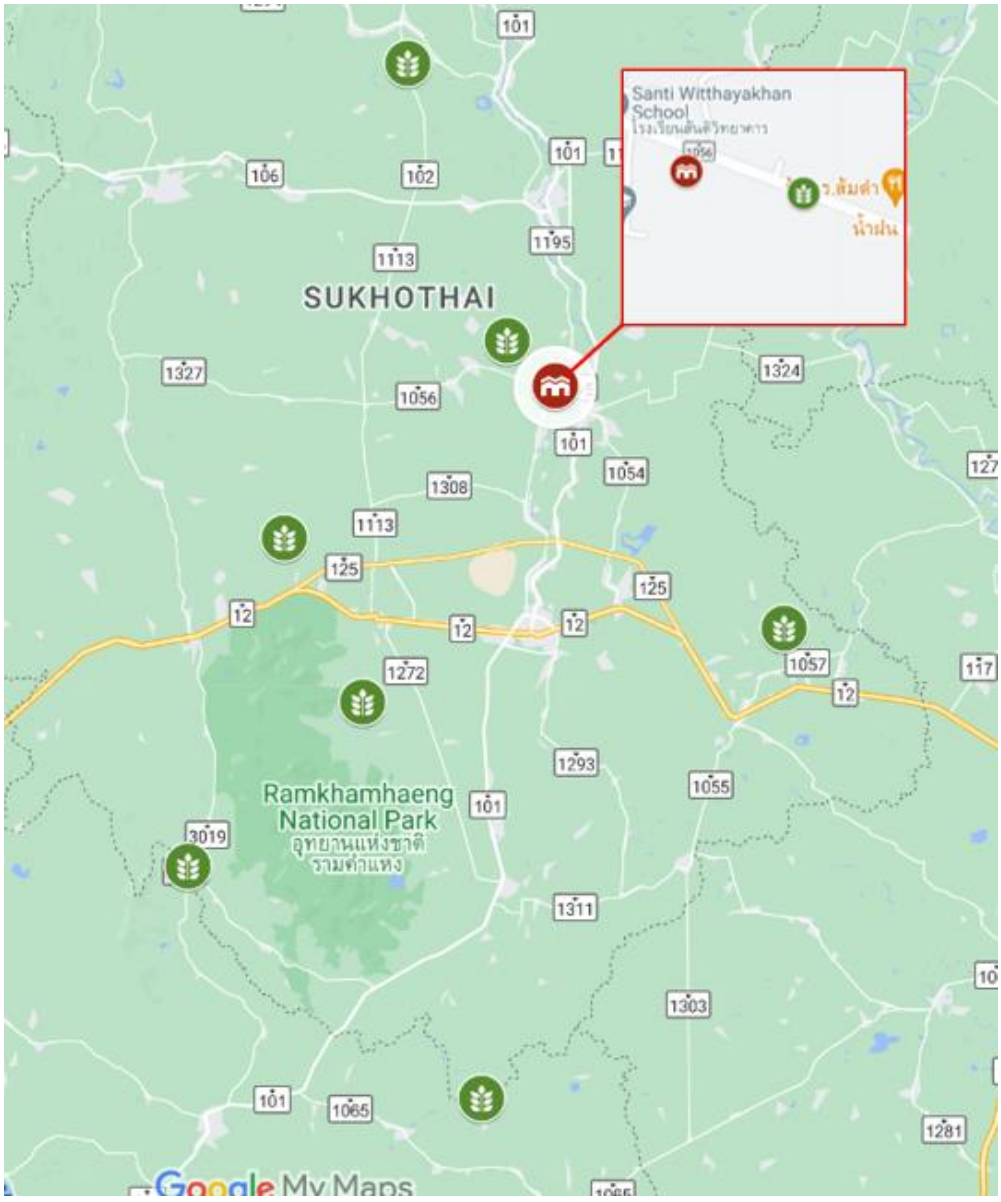
2. เพื่อจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์ โดยมีการนำแผนการผลิตเดิม และแผนการผลิตใหม่มาเปรียบเทียบกัน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) และแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) สำหรับการวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อน ได้รับมาจากโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ข้าวโพดอัดก้อน ตั้งอยู่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

2. ข้อมูลด้านพื้นที่การรับซื้อต้นข้าวโพดสด แผนการขยายพื้นที่การรับซื้อต้นข้าวโพดสดของโรงงาน มีแผนการขยายการรับซื้อภายในระยะทางไม่เกินกว่า 100 กิโลเมตรจากโรงงาน (จุดสีแดง) จากการสำรวจข้อมูล พบว่า มีแหล่งปลูกต้นข้าวโพดสดเพื่อไว้สำหรับผลิตเป็นอาหารสัตว์

ทั้งสิ้น 8 พื้นที่ ครอบคลุม 2 จังหวัด ทั้งในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดกำแพงเพชร (จุดสีเขียว) ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีสำโรง อำเภอสวรรคโลก อำเภอกงไกรลาศ อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอศรีรมาศ (จังหวัดสุโขทัย) อำเภอพรานกระต่าย และอำเภอลานกระบือ (จังหวัดกำแพงเพชร) แสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 เส้นทางจากโรงงานและพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ได้แผนการจัดซื้อจัดหาต้นข้าวโพดสด และแผนการผลิตข้าวโพดอัดก้อน เพื่อทำให้สามารถใช้งานเครื่องจักรได้อย่างเต็มความสามารถ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน

2. ประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวโพด ทำให้เกษตรกรมีช่องทางการจำหน่ายข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น จากเดิมที่จำหน่ายเป็นฝักข้าวโพดแบบสดหรือแห้ง สามารถจำหน่ายเป็นต้นข้าวโพดสด เพื่อจัดส่งให้กับโรงงานทำการผลิตเป็นข้าวโพดอัดก้อนได้ ซึ่งเป็นอาหารสัตว์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ส่งผลทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยการวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจและรวบรวมข้อมูล และทำการทบทวนทฤษฎี แนวคิด และเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ประกอบด้วย การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) การวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ (Procurement Planning) การวางแผนการผลิต (Production Planning) โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

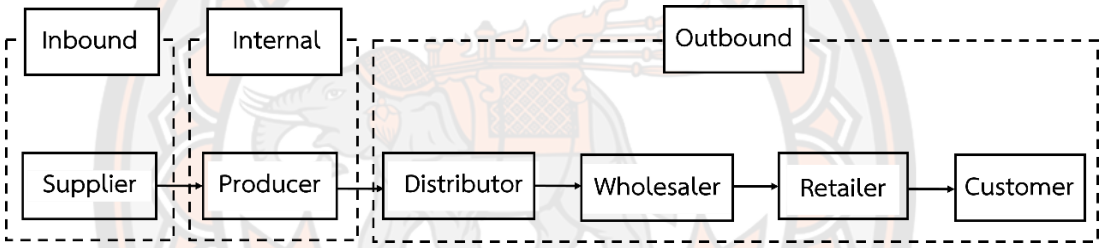
การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management)

โซ่อุปทาน (Supply Chain) ประกอบไปด้วยทุก ๆ ขั้นตอนที่มีความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ไม่เพียงแต่พิจารณาในขั้นตอนของการผลิตหรือขั้นตอนการส่งมอบวัตถุดิบเท่านั้น แต่โซ่อุปทานยังหมายความรวมไปถึง ผู้ขนส่ง คลังสินค้า ผู้ค้าปลีก และลูกค้าอีกด้วย (Chopra and Meindl, 2016)

การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management) หมายถึง กลุ่มของวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการรวมผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) โรงงานผลิต ศูนย์กระจาย คลังสินค้า และร้านค้าย่อยต่าง ๆ ให้ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สินค้าที่ถูกผลิตขึ้น มีปริมาณที่พอเพียงต่อความต้องการของลูกค้า โดยสินค้าจะกระจายไปยังจุดกระจายสินค้าได้อย่างถูกต้อง และตรงเวลา เพื่อลดต้นทุนของระบบ หรือองค์กร รวมถึง สามารถตอบสนองต่อความพึงพอใจในระดับของการบริการได้ (Simchi-Levi et al., 2003)

ลักษณะของโซ่อุปทาน มีลักษณะที่มีความเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา มีความเป็นพลวัตร (Dynamic) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการไหลของข้อมูล (Information Flow) การไหลของสินค้า (Physical Flow) และการไหลของเงิน (Financial Flow) ในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน โดยกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในโซ่อุปทานจะเริ่มต้นเมื่อเกิดคำสั่งซื้อ (Order) ของลูกค้า และสิ้นสุดลงเมื่อ

ลูกค้าได้รับผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของลูกค้า และจ่ายเงินเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์นั้น ซึ่งกล่าวได้ว่าโซ่อุปทานจะทำให้เห็นภาพของการไหลของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ จากผู้จัดส่งวัตถุดิบไปยังผู้ผลิตเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต (โรงงาน) และเมื่อผ่านกระบวนการต่าง ๆ จะได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ จากนั้นผลิตภัณฑ์จะไหลจากผู้ผลิตไปยังศูนย์กระจายสินค้า หรือผู้ค้าปลีก และลูกค้าต่อไป โดยจะเห็นได้ว่า ในขั้นตอนของโซ่อุปทานแต่ละขั้นตอนมีผู้ที่เกี่ยวข้องกันเพียงรายเดียว แต่ความเป็นจริงนั้นผู้ผลิตมีการสั่งวัตถุดิบจากผู้จัดส่งวัตถุดิบหลายราย และกระจายผลิตภัณฑ์ไปยังตัวแทนจำหน่าย หรือผู้ค้าปลีกหลายแห่ง ดังนั้นโซ่อุปทานส่วนใหญ่ จึงมีลักษณะเป็นเครือข่าย ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพ 2 สามารถจำแนกเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องตั้งแต่กิจกรรมโลจิสติกส์ขาเข้า โลจิสติกส์ภายในและโลจิสติกส์ขาออก



ภาพ 2 ขั้นตอนต่างๆ ในโซ่อุปทาน

ที่มา: ปรับปรุงมาจาก Chopra and Meindl, 2016 และธนัชพร สมใส, 2563

โลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) เป็นการรวบรวมวัสดุหรือสินค้าจากผู้ส่งมอบ (Supplier) เพื่อจัดส่งไปที่โรงงานของผู้ผลิตหลัก (Producer) โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดต้นทุนต่ำสุด ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณสินค้าคงคลัง ประสิทธิภาพการรับของ และระยะทางขนส่งทั้งขาไปและขากลับ รูปแบบการจัดส่งอาจจำแนกเป็นการส่งตรงไปที่โรงประกอบเลยหรือส่งไปที่จุดเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross Dock) เพื่อรวบรวมแล้วค่อยกระจายส่งอีกครั้งหนึ่ง (โกศล ดีศีลธรรม, 2554)

โลจิสติกส์ภายใน (Internal Logistics) เป็นในส่วนของกระบวนการผลิต (Production) โดยเริ่มตั้งแต่การวางแผนผลิต การจัดซื้อวัตถุดิบ การผลิต การจัดเก็บ และวางแผนกระจายสินค้า การขาย การตลาด จัดขนส่ง ไปจนถึงการส่งมอบสินค้าให้กับผู้บริโภค (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2558)

โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) เป็นการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ทำการผลิตเรียบร้อยหรือสินค้าสำเร็จรูปเพื่อจัดส่งไปยังลูกค้า เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า รวมถึงการจัดจำหน่าย และการตลาด มีหน้าที่ที่สำคัญ คือ การจัดการคลังสินค้าและการขนส่งสินค้า ซึ่งคลังสินค้าจะต้องมีสาธารณูปโภคพื้นฐาน อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงระบบการจัดการที่มีความเหมาะสม (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2558)

ประโยชน์ของการจัดการโซ่อุปทาน

การจัดการโซ่อุปทานเป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Value Added: EVA) กล่าวคือ การจัดการห่วงโซ่อุปทานส่งผลให้ EVA มีค่าสูงสุด โดยค่า EVA หมายถึง กำไรหลังหักภาษีค่าใช้จ่ายการลงทุน ดังนั้น การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ถือเป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ให้สูงขึ้น และสามารถทำได้โดยมีรายละเอียด (โกศล ดีศีลธรรม, 2548) ดังนี้

1) การลดค่าใช้จ่าย คือ การลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการดำเนินงาน รวมทั้งการลดค่าใช้จ่ายในการกระจายสินค้า ด้านการขาย การลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ นอกจากนี้การลดค่าใช้จ่ายที่กล่าวถึงไม่เพียงแต่เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเท่านั้น แต่รวมถึงต้องลดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสารระหว่างบริษัท คือ การลดงานซ้ำซ้อนของแต่ละบริษัท ซึ่งแนวทางในการแก้ปัญหานั้น อาจให้แต่ละบริษัทใช้มาตรฐานงานเดียวกันระหว่างบริษัทต่อบริษัท เป็นต้น

2) การลดทรัพย์สิน คือ ลดการสั่งซื้อเครื่องจักรที่ไม่จำเป็นในกระบวนการดำเนินงาน หรือลดการลงทุนในตัวอาคารที่ยังไม่มีความแน่นอน การก่อสร้างที่ไม่จำเป็น

3) การเพิ่มยอดขายในการจัดการโซ่อุปทานนั้น มีจุดมุ่งหมายในการลดสินค้าคงคลัง ลดการสูญเสีย รวมทั้งเพิ่มโอกาสในการขายหรือจัดส่งสินค้าให้ทันตรงต่อเวลา และทันต่อความต้องการของลูกค้าในเวลาที่พอเหมาะในจำนวนที่พอเหมาะและถูกต้อง

การวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ (Procurement Planning)

การจัดหาวัตถุดิบ (Procurement) ถือเป็นจุดเชื่อมโยงที่มีความสำคัญในโซ่อุปทาน เนื่องจากการจัดหาวัตถุดิบสามารถมีอิทธิผลต่อความประสบความสำเร็จขององค์กร และสิ่งสำคัญของการจัดหาวัตถุดิบ คือ ต้องมีอุปทาน (Supply) ของวัตถุดิบในปริมาณที่เพียงพอต่อกระบวนการผลิต ในราคาที่เหมาะสม รวมถึงมีคุณภาพตรงตามที่กำหนด ในสถานที่ที่ถูกต้อง และในเวลาที่ถูกต้องด้วย

สำหรับกระบวนการจัดซื้อจัดหา สามารถจำแนกได้ 6 กระบวนการสำคัญ (Monczka, et al.,2005) ได้แก่ 1) การตรวจสอบความต้องการพัสดุ (Product) หรืองานบริการ (Service) ของผู้ใช้งาน (User) 2) การประเมินศักยภาพของผู้ขาย (Supplier) 3) การประกวดราคา (Bidding) ต่อรองราคา (Negotiation) และคัดเลือกผู้ขาย (Supplier Selection) 4) การอนุมัติการจัดซื้อ (Purchase Approval) 5) การปล่อยและรับความต้องการจัดซื้อ (Release and Receive Purchase Requirements) และ 6) การประเมินผู้ขาย (Measure Supplier Performance)

สำหรับการจัดซื้อ (Purchase) เป็นกระบวนการที่องค์กรต่าง ๆ ทำสัญญากับบุคคลฝ่ายที่สาม เพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการที่ต้องการ เพื่อให้บรรลุตรงตามวัตถุประสงค์ขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามกำหนดเวลาและมีต้นทุนที่มีประสิทธิภาพ จากที่กล่าวข้าวต้น เห็นได้ว่ากิจกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารงานพัสดุ เพราะไม่เพียงแต่งานจัดซื้อเท่านั้น ยังขยายไปถึงการวางแผนและการวางนโยบายครอบคลุมกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยกิจกรรมเหล่านี้ ได้แก่ งานวิจัยและการพัฒนา การเลือกวัสดุที่เหมาะสมและการเลือกแหล่งขายที่ถูกต้อง การติดตามผลเพื่อให้การนำส่งเป็นไปตามกำหนดเวลาที่ตกลงกัน การตรวจสอบสินค้าที่นำส่ง เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นสินค้าที่มีคุณสมบัติและจำนวนตรงตามที่ได้กำหนดไว้ ตลอดจนการพัฒนาการติดต่อประสานงานกันกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวพันกัน เป็นต้น (อดุลย์ จาตุรงคกุล, 2547)

ในปัจจุบันวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อมุ่งที่การบริหารทั่วไป ด้วยวัตถุประสงค์ในลักษณะเช่นนี้สามารถอธิบายแยกย่อยได้ 10 ประการ (อดุลย์ จาตุรงคกุล, 2547) คือ

1) เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของบริษัท ด้วยการจัดวัสดุและบริการสนองให้โดยไม่ขาดสาย เพื่อมิให้กระบวนการผลิตหยุดชะงักเนื่องจากการขาดวัสดุ

2) ทำการซื้อด้วยราคาไม่เกินกว่าคู่แข่งขันและทำการเสาะแสวงหาสิ่งที่มีคุณค่าที่ดีกว่าในราคาที่ต้องจ่ายไป

3) รักษาคุณภาพของวัสดุที่ทำการซื้อให้อยู่ในมาตรฐานเพียงพอสำหรับใช้งาน

4) รักษาระดับความเสียหายอันเกิดแก่การลงทุนในวัสดุให้น้อยที่สุด โดยขจัดการซื้อซ้ำกัน ความสูญเสีย และล้าสมัยอันเนื่องมาจากการเก็บรักษาที่ขาดประสิทธิภาพ

5) สร้างแหล่งขายสินค้าที่เชื่อถือได้ เพื่อเป็นแหล่งสำรองในการจัดหาวัสดุ

6) รักษาสถานะการแข่งขันให้กับบริษัท

7) พัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ขายสินค้าเพื่อขจัดปัญหาต่าง ๆ และยังทำให้การจัดซื้อสิ่งของได้ในราคาและบริการที่ดี และมีภาพพจน์ที่ดี

8) แสวงหาความร่วมมือกับแผนกอื่น ๆ ในบริษัท ซึ่งต้องทำความเข้าใจถึงความต้องการของแผนกอื่นเพื่อที่จะให้การสนับสนุนทางด้านวัสดุได้ดีกว่า

9) ฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรฝ่ายจัดซื้อเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการทำงานให้แผนก และบริษัทจนประสบความสำเร็จ

10) จัดทำนโยบายและวิธีการเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น โดยให้มีต้นทุนในการดำเนินการตามความเหมาะสม

วัตถุประสงค์ทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้สามารถนำไปใช้กับการจัดซื้อในอุตสาหกรรมทุกประเภท นอกจากนี้ยังใช้ได้กับอุตสาหกรรมการผลิตสินค้า หน่วยงานราชการ มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล และประเภทอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การซื้อเพื่อนำไปขายต่อได้

นอกจากนี้ยังได้จำแนกวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อ (Purchasing Objectives) ของหน่วยงานการจัดซื้อระดับโลก (World Class) ซึ่งมีรายละเอียดครอบคุลมมากกว่าวัตถุประสงค์การจัดซื้อแบบดั้งเดิมที่มีเพียงความต้องการที่จะได้รับสินค้าและบริการตามต้องการเท่านั้น โดยมีวัตถุประสงค์ไว้ (Monczka, et al., 2005) ดังนี้

1) สนับสนุนความต้องการในการปฏิบัติงาน (Support Operational Requirements)

2) บริหารจัดการกระบวนการจัดซื้ออย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Manage the Purchasing Process Efficiently and Effectively)

3) คัดเลือก พัฒนา และรักษาไว้ซึ่งแหล่งของสินค้า (Select Develop and Maintain Source of Supply)

4) เสริมสร้างสัมพันธภาพระหว่างหน่วยงาน (Develop Strong Relationships with Other Function Groups)

5) รองรับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ขององค์กร (Support Organizational Goals and Objectives)

6) พัฒนากลยุทธ์การจัดซื้อเพื่อสนับสนุนกลยุทธ์องค์กร (Develop Integrated Purchasing Strategies that Support Organizational Strategies)

นโยบายการจัดซื้อจัดหาจากวัตถุประสงค์ของการจัดซื้อที่กล่าวมาแล้วนั้น องค์กรจะกำหนดนโยบายการจัดซื้อเพื่อทำให้การจัดซื้อประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยจะกำหนดนโยบายไว้ (อดุลย์ จาตุรงคกุล, 2547) ดังนี้

1) การจัดซื้อพัสดุที่ได้คุณภาพถูกต้อง (Right Quality)
2) ปริมาณที่ถูกต้อง (Right Quantity)
3) จังหวะเวลาที่ถูกต้อง (Right Time)
4) ราคาที่ถูกต้อง (Right Price)
5) แหล่งขายที่ถูกต้อง (Right Source)
6) สถานที่ถูกต้อง (Right Place)

การวางแผนการผลิต (Production Planning)

การวางแผนการผลิต (Production Planning) หมายถึง การจัดวางแผนกิจกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรสิ้นเปลืองต่าง ๆ เครื่องมือ เครื่องจักร แรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต รวมไปถึงระบบวิธีที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้สามารถทำการผลิตสินค้าหรือการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยคำนึงถึงค่าใช้จ่าย ระยะเวลาและความสะดวกเป็นสำคัญ (บรรหาญ ลิลา, 2553)

วัตถุประสงค์ของการวางแผนการผลิต (Objectives of Production Planning) คือ การใช้ทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อทำการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้ต้นทุนการผลิตให้ต่ำที่สุดเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ซึ่งการวางแผนการผลิต สามารถแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน (พิชิต สุขเจริญพงษ์, 2540) ประกอบด้วย

1) การพยากรณ์ความต้องการ (Demand Forecast) เพื่อคาดการณ์ปริมาณความต้องการ (Demand) ของสินค้าหรือการบริการในช่วงเวลาต่าง ๆ

2) การวางแผนการผลิต เป็นการพิจารณาปัจจัยและเงื่อนไขขององค์กร หลังจากรู้ปริมาณความต้องการในช่วงเวลานั้นแล้ว เพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการผลิตให้เหมาะสมกับความต้องการของสินค้าหรือบริการ

3) การกำหนดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต คือ การกำหนดปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์นั้น ว่าจะทำการผลิตปริมาณเท่าใด

หากจำแนกระดับของการวางแผนการผลิตตามระยะเวลา สามารถจำแนกได้ 3 ระดับ นั่นคือ การวางแผนระยะยาว (Long-term Planning) การวางแผนระยะกลาง (Mid-term Planning) และการวางแผนระยะสั้น (Short-term Planning) ดังตาราง 1 โดยมีรายระเอียดดังนี้

1) การวางแผนระยะยาว (Long-term Planning) เป็นการวางแผนการผลิตเชิงกลยุทธ์ (Strategy) เป็นการวางแผนที่มีระยะเวลาตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป เพื่อปรับปรุงกำลังการผลิตในระยะยาว เช่น การสร้างโรงงานใหม่ การขยายโรงงาน การปรับกำลังการผลิตด้วยการรับพนักงานเพิ่ม หรือซื้อเครื่องจักรเพิ่ม เป็นต้น

2) การวางแผนระยะกลาง (Mid-term Planning) เป็นการวางแผนการผลิตระดับการจัดการ (Management) เป็นการวางแผนที่มีระยะเวลาการวางแผนตั้งแต่ 1 เดือนขึ้นไป แต่ไม่เกิน 1 ปี โดยเน้นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้สามารถวางแผนการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Maximize Utilization) ตัวอย่างของการวางแผนการผลิตระยะกลาง ได้แก่ ตารางการผลิตหลัก (Master Production Schedule: MPS) การวางแผนความต้องการวัสดุ (Material Requirement Planning: MRP) การวางแผนการผลิตรวม (Aggregate Production Planning; APP) และการวางแผนความต้องการกำลังการผลิต (Capacity Requirement Planning: CRP)

3) การวางแผนระยะสั้น (Short-term Planning) เป็นลักษณะของการวางแผนเชิงปฏิบัติงาน (Operating Plan) เป็นการวางแผนที่มีระยะเวลาของการวางแผนเป็นแบบรายวัน หรือรายสัปดาห์ โดยเน้นที่คำสั่งงาน (Job Order) และการจัดลำดับของงาน (Job Sequencing)

ตาราง 1 การจำแนกการวางแผนการผลิตตามระยะเวลา

การวางแผนการผลิต (Production Planning)		
การวางแผนระยะยาว (Long-term Planning)	**การวางแผนระยะกลาง (Mid-term Planning)**	**การวางแผนระยะสั้น (Short-term Planning)**
- การวางแผนระดับกลยุทธ์ - ระยะเวลาของการวางแผนตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป	- การวางแผนระดับการจัดการ - ระยะเวลาของการวางแผนตั้งแต่ 1 เดือน แต่ไม่เกิน 1 ปี	- การวางแผนระดับปฏิบัติการ - ระยะเวลาการวางแผนเป็นรายวัน หรือรายสัปดาห์
- เน้นการปรับปรุงกำลังการผลิตในระยะยาว	- เน้นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด	- เน้นการจัดลำดับงานให้แก่เครื่องจักร ลำดับการผลิตก่อนหรือหลัง
- ตัวอย่าง เช่น การขยายโรงงาน การสร้างโรงงานใหม่ หรือซื้อเครื่องจักรเพิ่ม เป็นต้น	- ตัวอย่าง เช่น ตารางการผลิตหลัก การวางแผนความต้องการวัสดุ การวางแผนการผลิตรวม	- ตัวอย่าง เช่น การจัดตารางการผลิต การจัดลำดับงาน

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)

โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างแพร่หลายด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ชนิดเชิงเส้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์อย่างสูงที่สุดแก่ผู้ตัดสินใจ ด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นแล้วใช้สมการและอสมการเชิงเส้น เพื่อช่วยในการหาคำตอบที่ต้องการ

สถานการณ์การตัดสินใจด้วยการใช้โปรแกรมเชิงเส้น สามารถปรับให้เหมาะสมกับประเภทของปัญหาได้อย่างหลากหลาย เช่น ปัญหาเกี่ยวกับเส้นทางและโลจิสติกส์เพื่อหาวิธีการส่งสินค้าจากคลังสินค้าไปยังร้านค้าที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด ปัญหาการตัดสินใจการจัดการโซ่อุปทานและคลังสินค้าเพื่อตัดสินใจว่าควรมีการเคลื่อนย้ายสินค้าภายในคลังอย่างไร หรือมีการสั่งผลิตเพื่อเป็นสินค้าคงคลังปริมาณเท่าไร หรือสั่งวัตถุดิบเพื่อมาอยู่ในสินค้าคงคลังเท่าไร รวมถึงปัญหาที่เกี่ยวกับการใช้ดำเนินงานหรือการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้สามารถบรรลุตรงตามเป้าหมายที่องค์กรวางไว้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป้าหมายจะถือเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นของตัวแปร เรียกว่า ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) ซึ่งกำหนดในเทอมของการหาค่าสูงสุด (Maximization) หรือ

การหาค่าต่ำสุด (Minimization) ของฟังก์ชัน โดยมีข้อจำกัด (Constraint) เกี่ยวกับการจัดสรรทรัพยากรประกอบด้วย แรงงาน เงินทุนขององค์กร วัตถุดิบ เครื่องจักร ทรัพย์สินต่าง ๆ (ลภาภัทร สมานทรัพย์, 2559; วรมล เชาวรัตน์ วาตานาเบะ, 2566)

ส่วนประกอบของโปรแกรมเชิงเส้น ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553) ได้แก่

1) ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) เป็นการกำหนดตัวแปรที่ต้องการหาค่า สามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงถึงระดับของสิ่งที่ตัดสินใจได้ เช่น x1 แทนปริมาณการขนส่งสินค้าด้วยรูปแบบการขนส่งทางอากาศ และ x2 แทนปริมาณการขนส่งสินค้าด้วยรูปแบบการขนส่งทางเรือ เป็นต้น

2) สมการเป้าหมาย (Objective Function) ในสมการเป้าหมาย ตัวแปรตัดสินใจจะต้องมีความสัมพันธ์กันในรูปเชิงเส้น โดยมีเป้าหมายเพื่อหาค่าสูงสุด (Maximize) หรือหาค่าต่ำสุด (Minimize)

3) สมการหรืออสมการข้อจำกัด (Constraint) เป็นสมการหรืออสมการที่แสดงถึงการใช้ทรัพยากรและจำนวนทรัพยากรที่องค์กรมีอยู่ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อทำให้ทราบถึงข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่องค์กรเผชิญอยู่และต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขนั้น ๆ

4) ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ (Non-negative variable)

การกำหนดขนาดของปัญหาที่มีการนำโปรแกรมเชิงเส้นมาใช้ สามารถจำแนกได้ 3 ขนาด ได้แก่ 1) ปัญหาเล็ก (Small Problem) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีตัวแปร หรือข้อจำกัดไม่เกิน 5 ข้อจำกัด เป็นปัญหาที่ไม่มีความซับซ้อนมาก หรือเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย อาจพบได้ในชีวิตประจำวัน และสามารถค้นหาคำตอบได้ง่าย และไม่จำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการค้นหาคำตอบ 2) ปัญหาขนาดกลาง (Medium Problem) เป็นปัญหาที่มีตัวแปร และข้อจำกัดเป็นจำนวนหลักร้อย อาจพอแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาคำตอบ แต่ต้องใช้ระยะเวลาในการค้นหาคำตอบนาน และอาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ หรืออาจจะหาคำตอบไม่ทันตามเวลาที่กำหนด และ 3) ปัญหาขนาดใหญ่ (Large Problem) เป็นปัญหาที่มีจำนวนตัวแปรนับพันตัวแปร และมีข้อจำกัดจำนวนมาก ไม่สามารถแก้ไขปัญหาหรือต้นหาคำตอบเองได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาคำตอบเท่านั้น และต้องใช้ระยะเวลาในการค้นหาคำตอบนาน (ลภาภัทร สมานทรัพย์, 2559)

ขั้นตอนของการใช้โปรแกรมเส้นตรงในการแก้ปัญหา สามารถดำเนินการได้ 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างรูปแบบของปัญหา (Formulation of Linear Programming Model) เป็นการหาตัวแปรหรือข้อกำหนดตัวแปรของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การหาผลลัพธ์ของปัญหา ในการแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นการหาค่าของตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variable) ที่ทำให้ค่าของฟังก์ชัน

วัตถุประสงค์ (Objective Function) เป็นค่าที่ดีที่สุดในเทอมของการหาค่าสูงสุด (Maximization) หรือการหาค่าต่ำสุด (Minimization) สำหรับปัญหาที่มีจำนวนตัวแปร 2 ตัว สามารถใช้วิธีจำกัดขอบข่ายของคำตอบ (Direct Elimination Method) วิธีอนุมานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Deduction Method) และวิธีวาดกราฟ (Graphical Method) สำหรับปัญหาที่มีจำนวนตัวแปรมากกว่า 2 ตัว อาจใช้วิธีทางพีชคณิตทั่วไป (General Algebraic Method) และวิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีวาดกราฟ (Graphical Method)

ข้อจำกัดของกำหนดการเชิงเส้นนี้ จะเป็นตัวกำหนดขอบเขตชุดคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) ทั้งหมดหรือขอบเขตที่เป็นไปได้ของคำตอบ (Feasible Region) ของปัญหา ความยากในการหาคำตอบที่ดีที่สุดของกำหนดการเชิงเส้นหรือปัญหานี้ คือ การหาชุดคำตอบที่ดีที่สุดภายในขอบเขตที่เป็นไปได้ของคำตอบนั้น ในปัญหาที่ไม่ซับซ้อนที่มีตัวแปรตัดสินใจเพียงแค่สองตัวแปร สามารถใช้วิธีวาดกราฟเพื่อวาดขอบเขตที่เป็นไปได้ของปัญหากำหนดการเชิงเส้น และสามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้

วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยการวาดกราฟนั้น เหมาะสำหรับปัญหากำหนดการเชิงเส้นที่มีตัวแปรตัดสินใจสองตัวแปร เนื่องจากการวาดกราฟนั้นจะสามารถแสดงมิติของกราฟได้ 2 มิติ เปรียบเป็นตัวแทนของตัวแปรตัดสินใจได้สองตัวแปร หากปัญหากำหนดการเชิงเส้นที่จำนวนตัวแปรตัดสินใจสามตัวแปร ก็สามารถใช้วิธีการวาดกราฟด้วยมือได้ แต่ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลานาน บางครั้งโปรแกรมทางคณิตศาสตร์จึงถูกนำมาช่วยในการแก้ปัญหานี้ สำหรับกำหนดการเชิงเส้นที่มีจำนวนตัวแปรตัดสินใจมากกว่าสามตัวแปรขึ้นไป จะไม่สามารถแก้ไขปัญหาด้วยวิธีนี้ได้เลย

วิธีซิมเพล็กซ์ (Simplex Method) เป็นวิธีการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดจากตารางซิมเพล็กซ์ ซึ่งมีที่มาจากทฤษฎีของเมตริก สามารถแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่มีจำนวนตัวแปรต้องตัดสินใจมากกว่า 2 ตัวแปรได้

การกำหนดตัวแปรในการแก้ปัญหาด้วยวิธีซิมเพล็กซ์ โดยตัวแปรที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยโปรแกรมเชิงเส้นด้วยวิธีของซิมเพล็กซ์ ประกอบด้วย

1. **ตัวแปรมูลฐาน (Basic Variable) คือ ตัวแปรที่มีค่าไม่เป็นศูนย์**
2. **ตัวแปรอมูลฐาน (Non Basic Variable) คือตัวแปรที่มีค่าเป็นศูนย์**

การพิจารณาว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรมูลฐานหรือตัวแปรอมูลฐานจะพิจารณาจากค่าในตัวแปรแต่ละตัวจากคำตอบเริ่มต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตัวแปรส่วนขาด (Slack Variable) เป็นตัวแปรสมมติที่ได้ใส่เพิ่ม เพื่อปรับเงื่อนไขให้ยังคงความเป็นจริง โดยกำหนดว่าถ้าเงื่อนไขขอบข่ายใดมีเครื่องหมาย "<" ให้บวกตัวแปรส่วนขาดเข้าไป (+S) ในซีกซ้ายของเงื่อนไข เนื่องจากจะต้องมีการแปลงเครื่องหมายจาก "<" ให้เป็นเครื่องหมาย "=" เพื่อสร้างตารางคำตอบเริ่มต้น

ตัวแปรส่วนเกิน (Surplus Variable) เป็นตัวแปรสมมติที่ได้ใส่เพิ่มเข้าไปเพื่อปรับเงื่อนไขให้ยังคงความเป็นจริง โดยกำหนดว่าถ้าเงื่อนไขขอบข่ายใดมีเครื่องหมาย ">" ให้เพิ่มตัวแปรส่วนขาดเข้าไป (-S) ในซีกซ้ายของเงื่อนไข เนื่องจากจะต้องมีการแปลงเครื่องหมายจาก ">" ให้เป็นเครื่องหมาย "=" เพื่อสร้างตารางคำตอบเริ่มต้น

ตัวแปรเทียม (Artificial Variable) เป็นตัวแปรสมมติที่ใส่เพิ่มเข้าไปเพื่อปรับเงื่อนไข ให้ยังคงความเป็นจริง แทนด้วย A และกรณีที่เพิ่มตัวแปรเทียมเข้าไปจะต้องมีการเพิ่มสัมประสิทธิ์ M เข้าไปด้วยโดยกำหนดว่า ค่าของ M จะมีค่ามากๆ และมีเงื่อนไขของเครื่องหมายดังต่อไปนี้

- ถ้าเป็นการหาค่าสูงสุด (Maximization) ให้เพิ่ม -MA ในฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์
- ถ้าเป็นการหาค่าต่ำสุด (Minimization) ให้เพิ่ม +MA ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษตร, 2565)

การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

การแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นที่มีจำนวนตัวแปรตัดสินใจมากกว่า 3 ตัวแปรหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นกันอย่างแพร่หลาย เช่น LINDO LINGO CPLEX เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอ Microsoft Excel เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้น มีรายละเอียดดังนี้

การประมวลผลหาผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือการโปรแกรมเชิงเส้นด้วยโปรแกรม Solver ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อย (Add-ins) หนึ่งของโปรแกรม Microsoft Excel เป็นการนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถใช้เพื่อการวิเคราะห์แบบ What-If เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงค่าในเซลล์เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพรวมของการสร้างสถานการณ์ทุกขั้นตอนในครั้งเดียว เพื่อค้นหาค่าสูงสุด (Maximize) หรือต่ำสุด (Minimize) ที่เหมาะสมสำหรับสูตร

ในเซลล์หนึ่ง ซึ่งจะเรียกว่าเป็น เซลล์วัตถุประสงค์ ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัด (Constraint) ในค่าของเซลล์สูตรอื่น ๆ บนเวิร์กชีต (Worksheet) โดยฟังก์ชันการประมวลผลของโปรแกรม Solver จะเป็นการทำงานร่วมกับกลุ่มของเซลล์ที่เรียกว่า เซลล์ของตัวแปรการตัดสิน (Decision Variable) หรือเซลล์ตัวแปร (Variable) ที่ใช้ในการคำนวณสูตรในเซลล์วัตถุประสงค์และเซลล์ข้อจำกัด โดยโปรแกรม Solver จะปรับค่าในเซลล์ของตัวแปรการตัดสินใจเพื่อให้เหมาะสมกับขีดข้อจำกัดในเซลล์ข้อจำกัด และสร้างผลลัพธ์ที่ต้องการ

วิธีการใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver เพื่อช่วยวิเคราะห์ปัญหาประเภทต้องการคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Optimal Solution) สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming) ได้ โดยโปรแกรม Solver ที่มีอยู่ในโปรแกรม Microsoft Excel เรียกว่า Standard Excel Solver ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นได้โดยจะต้องมีจำนวนตัวแปรเชิงเส้นตรง (Linear Variables) ไม่เกิน 200 ตัวแปร และจำนวนข้อจำกัด (Constraints) ไม่เกิน 200 ข้อจำกัด หากปัญหามีขนาดใหญ่หรือมีจำนวนตัวแปรและจำนวนข้อจำกัดเกินกว่านั้นจะต้องใช้โปรแกรม Premium Solver Platform ของบริษัท Frontline Systems โดยโปรแกรม Premium Solver Platform สามารถแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้นที่มีตัวแปรเชิงเส้นตรงได้ถึง 8,000 ตัวแปร และจำนวนข้อจำกัดได้มากถึง 8,000 ข้อจำกัด ซึ่งงานวิจัยของ Taha (1997) Jensen (2004) และ Baker (2006) ได้แสดงวิธีการใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver ในการแก้ปัญหาการโปรแกรมเชิงเส้น (Frontline Systems Inc, 2564) โดยฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม Solver ในโปรแกรม Microsoft Excel มีวิธีการใช้งานดังนี้

1. เมื่อเปิดโปรแกรม Microsoft Excel ให้ไปที่ File -> Excel Options -> Add-in -> เลือก Solver Add in -> Go ดังภาพ 3

2. หลังจากนั้นกดเลือก Solver Add-in และ กดปุ่ม “ตกลง” ดังภาพ 4

3. เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม Microsoft Excel Solver โดยการป้อนค่าตัวแปร และฟังก์ชันที่ต้องการวิเคราะห์ลงในสเปรดชีต (Spreadsheet) จากนั้นทำการเลือกคำสั่ง Solver จากเมนูเครื่องมือ (Tools) โดยการคลิกที่แทบข้อมูล (Data) และคลิกปุ่ม Solver ดังภาพ 5 จากนั้นจะปรากฏ Dialog box ของ Solver Parameter

4. ข้อมูลที่มีอยู่ใน Dialog box ของ Solver Parameter ดังภาพ 6 ประกอบด้วย

- การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Set Objective Function) โดยการใส่ตำแหน่งเซลล์ที่เป็นที่อยู่ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์โดยมีได้เพียงเซลล์เดียวเท่านั้น

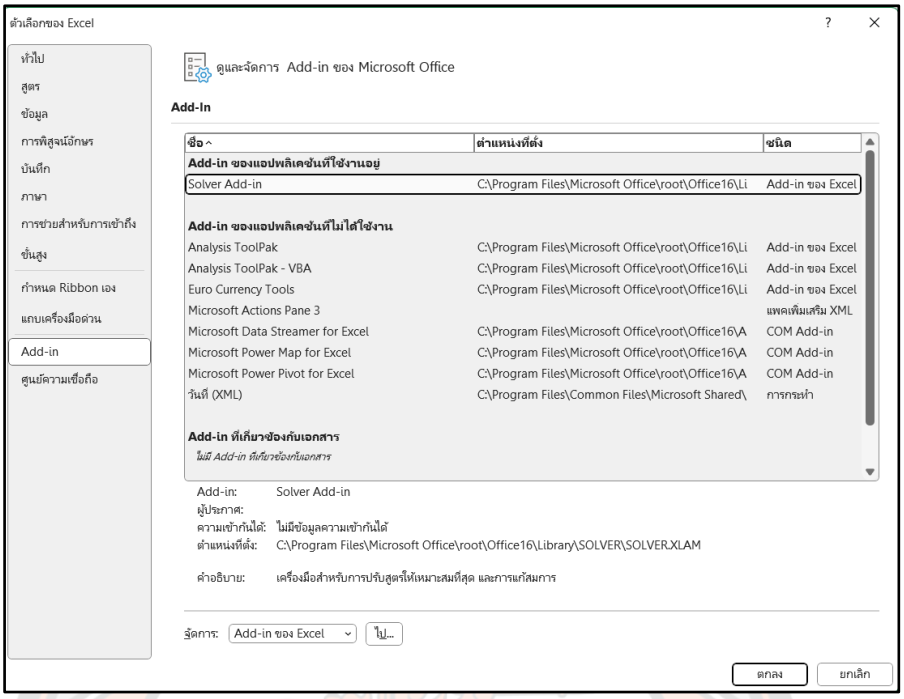
- การกดเลือก “Max” เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่ามากสุดหรือสูงที่สุด (Maximization) เลือก “Min” เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าน้อยสุดหรือต่ำที่สุด (Minimization) และเลือก “Value of” เมื่อต้องการให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์มีค่าเท่ากับค่าใดค่าหนึ่งแล้วใส่ค่านั้นลงในช่องว่างด้านขวา ตรงบริเวณคำสั่ง “To”

- การกำหนดเซลล์ของตัวแปรการตัดสินใจในส่วนของ “By changing variable cell” ซึ่งโดยปกติแล้วตัวแปรการตัดสินใจมักมีหลายเซลล์

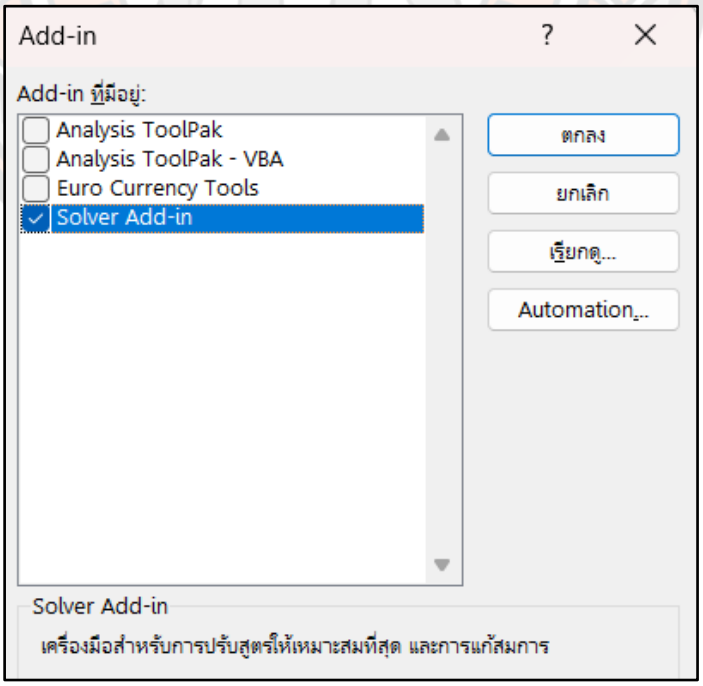
- การกำหนดเงื่อนไขข้อบังคับ (Constraint) ในส่วนของ “Subject to the constraints” โดยช่องว่างด้านซ้ายเพื่อกรอกเงื่อนไขบังคับ มักมีหลายข้อแต่สามารถเขียนรวมกันเป็นกลุ่มได้ เช่น $N$7:$N$14 >= 0 หรือเขียนรวมกันได้เป็นกลุ่มหลายชุด ส่วนด้านขวามีรายการให้เลือก โดยคลิกที่ “Add” เมื่อต้องการเพิ่มเงื่อนไขบังคับลงในช่องด้านซ้ายจะได้ Dialog box ของ Add Constraints ดังภาพ 7 ซึ่งเงื่อนไขบังคับมี 6 แบบด้วยกัน คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ (<=) มากกว่าหรือเท่ากับ (>=) เท่ากับ (=) เลขจำนวนเต็ม (int /integer) ศูนย์หรือหนึ่ง (bin / binary) และเลขจำนวนเต็มไม่ซ้ำกันเริ่มตั้งแต่ 1 เรียงกันไป

- เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาในส่วนของ “Select a solver method” โดยมีวิธีในการเลือก คือ 3 วิธี ได้แก่ 1) Simplex LP ใช้แก้ปัญหาที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขบังคับ ทั้งหมดเป็นเส้นตรง 2) Generalized Reduced Gradient (GRG) Nonlinear ใช้แก้ปัญหาที่มีฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขข้อบังคับบางข้อที่ไม่เป็นเส้นตรง และ 3) Evolutionary ใช้เพื่อแก้ปัญหาฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่มีค่าเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง

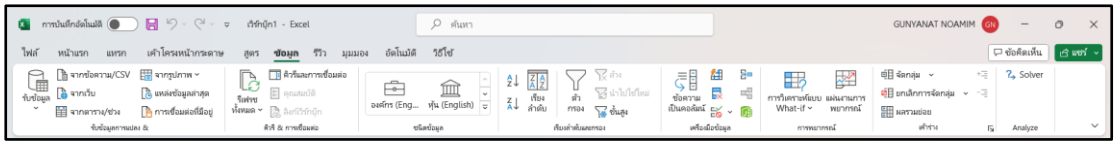
- กดปุ่ม “Solver” เพื่อเริ่มกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลในเวิร์กชีต ในขณะที่ Solver ทำการวิเคราะห์จะปรากฏข้อความบนแถบแสดงสถานะ โดย Solver จะป้อนค่าทดลองลงในเซลล์เปลี่ยนแปลง แล้วทำการคำนวณ และทดสอบผลลัพธ์โดยทำการเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ของการคำนวณซ้ำในรอบที่ติดกัน เพื่อให้ได้ชุดของค่าที่ตรงกับจุดประสงค์และถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด เมื่อได้คำตอบที่ดีที่สุด Solver จะแสดง Dialog box ของ Solver Results ขึ้น แสดงดังภาพ 8



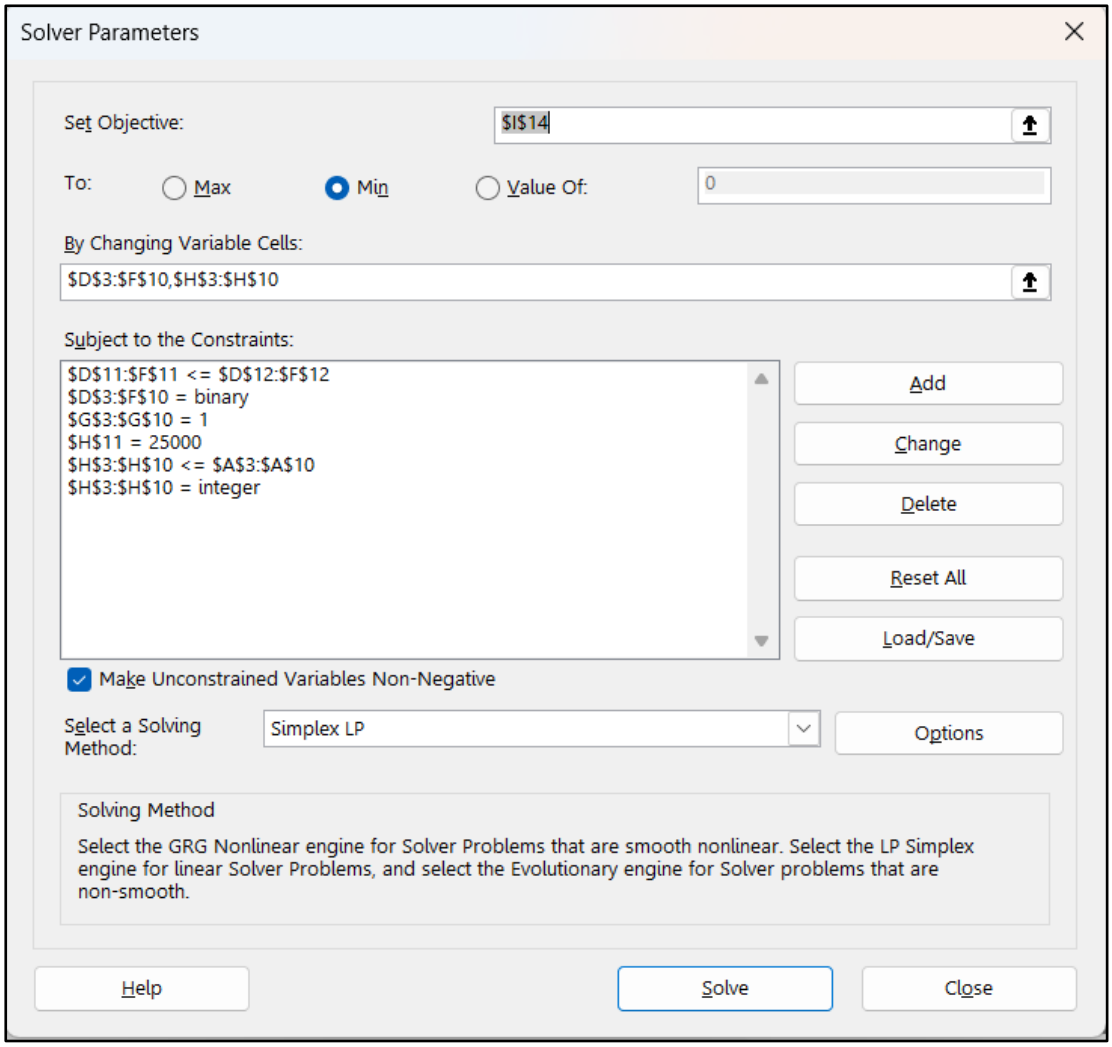
ภาพ 3 การติดตั้งฟังก์ชัน Solver เข้าสู่โปรแกรม Microsoft Excel



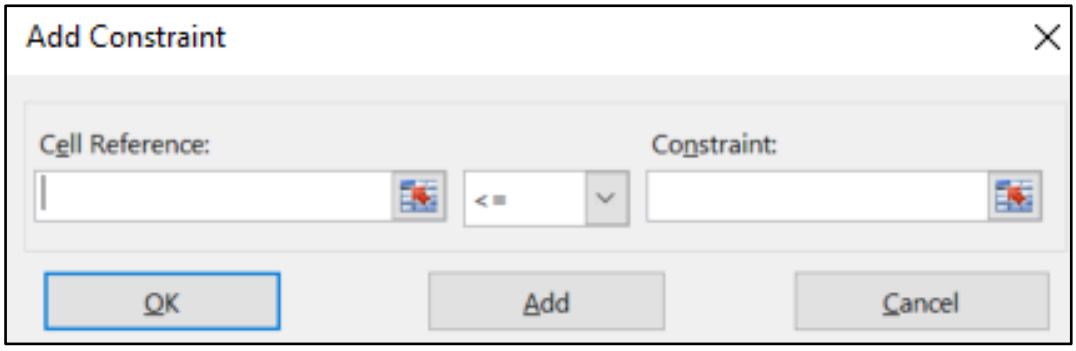
ภาพ 4 การเลือก Add-in ฟังก์ชันของ Solver สำหรับโปรแกรม Microsoft Excel



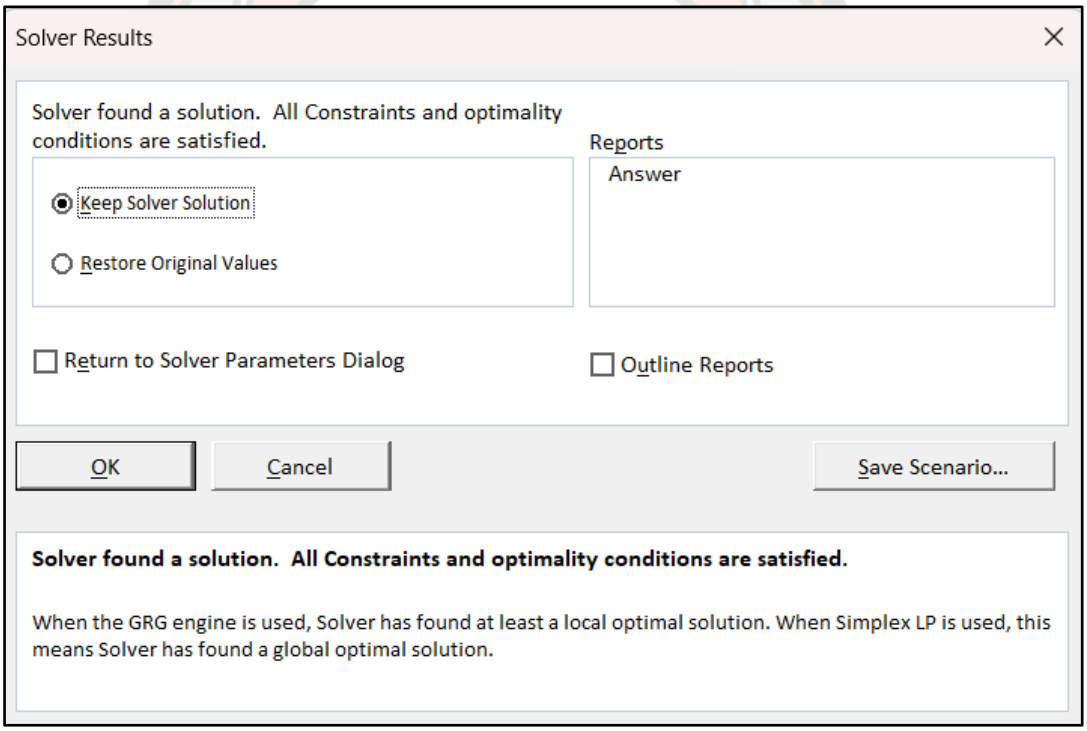
ภาพ 5 แทบเครื่องมือของฟังก์ชัน Solver



ภาพ 6 Dialog box ของ Solver Parameters



ภาพ 7 Dialog box เพื่อเพิ่มเงื่อนไขข้อจำกัด



ภาพ 8 Dialog box เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ได้

สำหรับการวิเคราะห์ผลลัพธ์สามารถเก็บค่าในการวิเคราะห์ไว้ในเวิร์กชีต โดยเลือกที่ “Keep Solver Solution” หรือ “Restore Original Values” และหากต้องการให้สรุปการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของรายงาน (Reports) สามารถทำได้ 3 รูปแบบโดยการเลือก “Reports” มีรายละเอียดของรายงาน ประกอบด้วย

1) รายงานคำตอบ (Answer Report) เป็นรายงานคำตอบที่สรุปผลการวิเคราะห์ทั้งหมด คือ เซลล์เป้าหมาย เซลล์ตัวแปร และเซลล์เงื่อนไข รายงานนี้ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับสถานะของเงื่อนไขด้วย

2) รายงานความอ่อนไหว (Sensitivity Report) เป็นรายงานความอ่อนไหวของเป้าหมายต่อการเปลี่ยนแปลงในเงื่อนไข ประกอบด้วยส่วนของเซลล์เปลี่ยนแปลงและเซลล์เงื่อนไข

3) รายงานข้อจำกัด (Limit Report) เป็นรายงานข้อจำกัด ที่แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรสามารถเพิ่มหรือลดลงได้มากน้อยเท่าใด โดยไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไข ซึ่งจะแสดงค่าที่ดีที่สุด ค่าที่น้อยที่สุด และค่าที่มากที่สุดสำหรับเซลล์ตัวแปรแต่ละเซลล์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) คือ การรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือระบบงานจริงหรือพฤติกรรมของระบบต่าง ๆ บนคอมพิวเตอร์ด้วยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วยในการจำลอง เพื่อศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการเก็บข้อมูลและทำการวิเคราะห์หารูปแบบที่ถูกต้องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการปรับปรุงแก้ไขในอนาคตได้ (กลยุทธ์ ผึ้งทอง; เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์; และวุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร, 2556) การจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ การสร้างแบบจำลอง และ การนำแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ โดยแบบจำลองที่ใช้นั้น จะต้องสามารถช่วยให้เข้าใจระบบการทำงานจริงได้ สามารถอธิบายพฤติกรรม และสามารถทำการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบได้จริง (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2544) สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เช่น การจัดการสินค้าคงคลัง การจัดตารางการผลิต การจัดแถวคอย เป็นต้น (วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์, 2556) โดยการจำลองสถานการณ์มีจุดเด่นและข้อจำกัด (รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ , 2553) มีรายละเอียดดังนี้

จุดเด่นของการจำลองสถานการณ์

1) สามารถจำลองสถานการณ์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ได้

2) สามารถใช้แบบจำลองกับระบบการดำเนินการที่มีความซับซ้อน และไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้

3) สามารถใช้แบบจำลองกับระบบที่ไม่สามารถทดลองในสถานการณ์ได้จริง

4) ความก้าวหน้าของซอฟต์แวร์ที่ใช้งานง่าย (Graphical User Interface: GUI) และมีความสามารถในการวิเคราะห์ทางสถิติเทียบกับต้นทุนที่ยอมรับได้

ข้อจำกัดของการจำลองสถานการณ์

1) ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์มักจะเป็นค่าประมาณ

2) การจำลองสถานการณ์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการวิเคราะห์ และไม่ควรทำเพียงภาพเคลื่อนไหว (Animation) โดยไม่สนใจผลลัพธ์ที่ได้

3) เนื่องจากแบบจำลองสถานการณ์ ผู้สร้างแบบจำลองเป็นผู้ออกแบบทางเลือกให้กับระบบ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ อาจไม่ใช่ผลลัพธ์หรือทางเลือกที่ดีที่สุด

ขั้นตอนของการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนของการจำลองสถานการณ์ สามารถสรุปได้เป็น 6 ขั้นตอนหลัก โดยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการกำหนดให้ชัดเจน เพื่อช่วยให้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์สามารถทำได้ง่ายขึ้น หลังจากนั้นเป็นการวางโครงสร้างของแบบจำลองสถานการณ์ เป็นการพิจารณาตัวแปร ข้อกำหนด เงื่อนไขหรือสมมติฐานในการทำนายเหตุการณ์หรือสถานการณ์ล่วงหน้าว่ามีอะไรบ้าง จากนั้นเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาหรือเพื่อหาคำตอบ เมื่อสามารถสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้แล้วเรียบร้อยจะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification) ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นสามารถทำงานได้หรือไม่ โดยผู้สร้างจำเป็นต้องตรวจสอบการใส่ข้อมูลนำเข้าและตรรกะของแบบจำลองให้ถูกต้องก่อน หากไม่ถูกต้องจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นจะเป็นการตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่อาศัยการปรับค่าต่าง ๆ ของแบบจำลองซ้ำไปซ้ำมา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากระบบจริงจนได้ค่าที่ใกล้เคียงกันและยอมรับได้ทางสถิติ เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นน่าเชื่อถือที่จะยอมรับได้ (กลยุทธ์ ผึ้งทอง; เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์; และวุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร, 2556, พรศิริ จงกล และ ทวีศักดิ์ ภรามร, 2553)

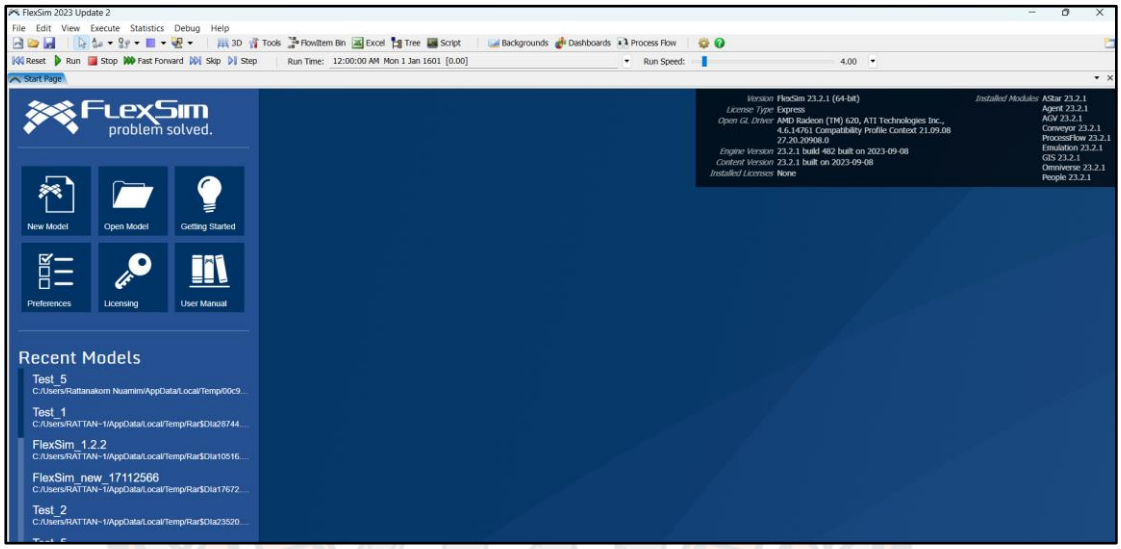
โปรแกรมเฟลกซิม (FlexSim)

โปรแกรมเฟลกซิม (FlexSim) ถือได้ว่าเป็นซอฟต์แวร์การจำลองการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Manufacturing Simulation) ซึ่งถูกพัฒนาโดย FlexSim Software Products, Inc. เป็นโปรแกรมการสร้างแบบจำลองอย่างง่ายและนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือที่วิศวกรและนักวางแผนนิยมนำมาใช้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ เพื่อดำเนินการตัดสินใจทางด้านการออกแบบและการดำเนินการของระบบต่าง ๆ สามารถสร้างการจำลองคอมพิวเตอร์ในลักษณะ 3 มิติ (3-Dimensional Computer Model) ได้ เป็นเครื่องการวิเคราะห์แบบ What-If Analysis ซึ่งสามารถให้ข้อเสนอแนะหรือผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องกับเชิงปริมาณได้ภายในระยะเวลาอันรวดเร็วภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัด อีกทั้งยังมีการแสดงภาพลักษณะที่มีความสมจริง (Realistic Graphical Animation) และรายงานประสิทธิภาพ (Performance Report) ที่ครอบคลุม ซึ่งสามารถช่วยให้เราระบุปัญหาหรือคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการได้และยังช่วยประเมินแนวทางการแก้ไขในลักษณะของทางเลือกได้ในระเวลาอันสั้น (B.Santhosh Kumar, V.Mahes, Satish Kumar, 2015)

การใช้งานโปรแกรมเฟลกซิมเพื่อนำมาช่วยในการจำลองสถานการณ์ ถูกนำมาใช้เพื่อจำลองการปรับปรุงระบบก่อนที่จะมีการดำเนินงานจริง เช่น การเพิ่มจำนวนของเครื่องจักรในจุดที่เป็นคอขวดของระบบ เพื่อช่วยค้นหาคำตอบที่เหมาะสมก่อนที่จะมีการลงทุนจริง มีการนำมาใช้เพื่อเสนอทางเลือกในการตัดสินใจให้กับระบบ เช่น การปรับเปลี่ยนผังโรงงาน เพื่อเลือกผังโรงงานในรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด หรือการจำลองการปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือวิธีการทำงาน เพื่อเปรียบเทียบตัวชี้วัดประสิทธิภาพของวิธีการทำงานแบบใหม่แบบเก่า รวมถึงช่วยลดต้นทุนในการดำเนินการทางธุรกิจ และถูกนำมาใช้ในการช่วยในการตัดสินใจในด้านต่าง ๆ โดยโปรแกรมเฟลกซิม สามารถแสดงผลของภาพรวมของระยะทาง เวลา และเป้าหมายการผลิตที่ต้องการได้ (Shannon, 1975;) ลักษณะหน้าจอของโปรแกรมเฟลกซิม แสดงดังภาพ 9

การประยุกต์ใช้โปรแกรมเฟลกซิมสามารถนำมาใช้ในการจำลองปัญหาได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่การผลิตไปจนถึงการขนส่ง การจัดการวัสดุ การวางแผนคลังสินค้า การบริการด้านสุขภาพ การบริการลูกค้า และอื่น ๆ (Bathini et al., 2018) งานวิจัยของ ปกรณ์ แสนจิตต์ และคณะ (2565) ได้จำลองสถานการณ์ด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเฟลกซิมเพื่อคาดคะเนกระบวนการผลิตที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ของกระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอม เพื่อที่สถานประกอบการจะได้ไม่ต้องลงทุนทำ

การปรับปรุงหรือสร้างสถานการณ์จากการทำงานในปัจจุบัน งานวิจัยของ ฐิติ หมอรักษา และคณะ (2563) ได้ประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำดื่มเพื่อลดเวลาในการผลิตน้ำดื่มชนิดถัง ซึ่งจากผลลัพธ์ที่ได้ ทำให้ทราบขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวด (Bottle Neck) ของกระบวนการผลิตน้ำดื่มชนิดถัง นั่นคือ ขั้นตอนบรรจุ ดังนั้นจึงได้จำลองทางเลือกขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว



ภาพ 9 การจับภาพหน้าจอโปรแกรมเฟลกซิม

การผลิตอาหารสัตว์ (Silage Production)

การเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบันมีการปรับรูปแบบการเลี้ยงสัตว์แบบครัวเรือนเป็นการเลี้ยงเชิงพาณิชย์มากขึ้น และมีการขยายการเพาะเลี้ยงสัตว์ โดยผู้เพาะเลี้ยงนิยมใช้อาหารสัตว์สำเร็จรูป เนื่องจากมีความสะดวกและให้ผลลัพธ์ที่คุ้มค่ากว่าอาหารสัตว์ทั่วไป ส่งผลให้ความต้องการอาหารสัตว์สำเร็จรูปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ภายในประเทศ จึงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ

การผลิตอาหารสัตว์ส่วนมาก ใช้วัตถุดิบทางการเกษตรเป็นส่วนผสมของการผลิต ไม่ว่าจะเป็นมันสำปะหลัง กากถั่วเหลือง ข้าวฟ่าง ข้าวโพด รำข้าว ปลายข้าว เป็นต้น ทั้งนี้อาจมีการผสมวิตามิน เกลือแร่ต่าง ๆ เพิ่มเติมในการผลิตอาหารสัตว์ด้วย ในการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์ พบว่า

ปี 2561 ถึง 2562 การผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากข้าวโพดมีปริมาณ 1,068.31 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 1,034.23 ล้านตัน ในปี 2560 ถึง 2561 ร้อยละ 3.30 โดยการผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์ทั้งหมดนั้น เป็นเพื่อการนำมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ (สมาคมผู้เลี้ยงสุกรแห่งชาติ, 2562)

สำหรับภาคอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศไทยมีการขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากภาคปศุสัตว์มีการสนับสนุนการส่งออกเพื่อทดแทนการนำเข้าสินค้า ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยพัฒนาภาคเกษตรกรรมอีกทางหนึ่ง กล่าวได้ว่า อาหารสัตว์เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาภาคปศุสัตว์ของประเทศเป็นอย่างมาก ขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์โดยทั่วไป มีรายละเอียด ดังภาพ 10

ภาพ 10 ขั้นตอนการผลิตอาหารสัตว์

ที่มา: ปรับปรุงมาจาก กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548

จากภาพ 10 ขั้นตอนที่ 1 การรับวัตถุดิบ กระบวนการผลิตอาหารสัตว์มีการใช้วัตถุดิบวัตถุดิบแปรรูป และวัตถุที่ยังไม่แปรรูป (ข้าวโพดสด รำข้าว ข้าวฟ่าง) โดยขั้นตอนนี้สิ่งสำคัญ คือ การจัดเก็บวัตถุดิบ โดยต้องบริหารจัดการวัตถุดิบที่รอเข้ากระบวนการผลิตไม่ให้ตกค้างในคลังมากเกินไป ขั้นตอนที่ 2 การอบและทำให้สุก เป็นขั้นตอนที่ใช้ความร้อนในการทำให้วัตถุดิบสุก เพื่อให้ง่ายต่อการบดส่วนผสมให้ละเอียดก่อนส่งต่อให้ขั้นตอนอื่นต่อไป ขั้นตอนที่ 3 เป็นขั้นตอนของการบดให้ละเอียด โดยทำการบดส่วนผสมต่าง ๆ ที่ผ่านการอบและทำให้สุก ขั้นตอนที่ 4 การลดอุณหภูมิ เป็นการลดอุณหภูมิของวัตถุที่ผ่านการบดละเอียดให้มีอุณหภูมิเย็นลง โดยต้องให้มีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง ซึ่งไม่สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส ขั้นตอนที่ 5 การผสมวัตถุดิบ เป็นขั้นตอนของการผสมวัตถุต่าง ๆ ให้เข้ากัน โดยการผสมนั้นจะใช้เครื่องจักรช่วยในการผสม ซึ่งสูตรการผสมอาหารสัตว์นั้น

ขึ้นอยู่กับการออกแบบของโรงงานแต่ละโรงงาน ขั้นตอนที่ 6 การอัดเป็นเม็ดหรืออัดก้อน วัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนของการผสมจะถูกส่งต่อมาทำการอัดโดยในการอัดนั้นขึ้นอยู่กับโรงงาน ซึ่งบางโรงงานอาจอัดเป็นเม็ดเล็ก ๆ บางโรงงานอาจอัดเป็นก้อน ซึ่งในการอัดเป็นเม็ดหรืออัดก้อนทำเพื่อให้มีคุณภาพของอาหารสัตว์คงที่ โดยอาศัยความชื้นจากไอน้ำ ขั้นตอนที่ 7 การปรับสภาพและอบแห้งอาหารสัตว์ที่โรงงานทำการอัดก้อน ต้องมีการปรับสภาพเพื่อให้เหมาะกับการนำไปเลี้ยงสัตว์ โดยขั้นตอนดังกล่าวอาจก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ขั้นตอนที่ 8 การทำให้เย็น วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพจะมีอุณหภูมิที่สูง ดังนั้นโรงงานจึงต้องทำให้เย็นลง เพื่อสะดวกต่อการบรรจุ ขั้นตอนที่ 9 การคัดขนาด ในขั้นตอนนี้ โรงงานจะนำอาหารสัตว์ที่อัดเรียบร้อยแล้วมาร่อนผ่านตะแกรง โดยจะมีอาหารที่ไม่ได้ขนาดจะตกลงไป ซึ่งโรงงานสามารถนำอาหารเหล่านั้นมาทำการบดและอัดก้อนอีกครั้ง และขั้นตอนสุดท้าย คือ การบรรจุและส่งมอบ โดยใช้ไซโล ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียจากการฟุ้งกระจายของอาหารสัตว์นอกจากนี้ต้องนำอาหารสัตว์ที่ผ่านขั้นตอนดังกล่าวไปตรวจสอบคุณภาพ ในเรื่องต่าง ๆ ประกอบด้วย เรื่องสี กลิ่น ธาตุอาหารต่าง ๆ และจัดเก็บอาหารสัตว์ที่ผลิตเสร็จแล้วด้วยการควบคุมความชื้น เพื่อป้องกันการเหม็นหืนของอาหารสัตว์ก่อนการส่งมอบให้กับลูกค้า (กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2548)

การผลิตอาหารสัตว์แปรรูปในประเทศไทย มักพบปัญหาและอุปสรรค (ประพันธ์ และศตพร , 2550) ดังนี้

1) วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์บางชนิดเกิดการขาดแคลน เนื่องจากอยู่นอกฤดูกาลเพาะปลูก หรือธรรมชาติเปลี่ยนแปลง ผลผลิตของเกษตรกรออกไม่ตรงตามฤดูกาล

2) วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์มีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีค่อนข้างน้อย ทำให้ต้องมีการแข่งขันกันเพื่อรับซื้อวัตถุดิบดังกล่าว

3) วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์มีคุณภาพไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด มีการปนเปื้อนของสารเคมีอยู่เป็นจำนวนมาก

4) มีตลาดในการรับซื้ออาหารสัตว์ที่ไม่แน่นอน

5) ขาดการศึกษาความสมดุลระหว่างปริมาณสัตว์เลี้ยงกับปริมาณอาหารสัตว์ที่ผลิตได้

6) ขาดการประสานงานระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้ผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูป และเจ้าของปัจจัยวัตถุดิบในการผลิตอาหารสำเร็จรูป ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านราคา ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เลี้ยงรายย่อย

7) การจำหน่ายอาหารสัตว์ของบางบริษัท เป็นรูปแบบการให้เครดิตระยะยาว และเนื่องจากการเลี้ยงสัตว์เป็นกิจการที่มีความเสี่ยงสูง เพราะความไม่แน่นอนของราคาสัตว์ที่ขายได้ ส่งผลให้ผู้ผลิตอาหารสัตว์บางรายประสบปัญหาเรื่องการชำระเงินของลูกค้า โดยปัญหาดังกล่าวมักจะเกิดกับผู้ผลิตรายย่อยมากกว่ารายใหญ่

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้างานวิจัยทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศจากฐานข้อมูลงานวิจัย Thai Library Integrated System (ThaiLIS) Google Scholar และ Thai Journals Online (ThaiJO) โดยผู้วิจัยใช้คำสำคัญ (Key Words) ในการค้นหางานวิจัยในประเทศ คือ การจัดการโซ่อุปทาน โซ่อุปทาน การวางแผนการผลิต การจัดหาและการแปรรูปอาหารสัตว์ โดยใช้คำสำคัญ (Key Words) ในการค้นหาวิจัยต่างประเทศจากฐานข้อมูล SCOPUS คือ Supply Chain Management Supply Chain Procurement และ Production Planning ซึ่งสืบค้นงานวิจัย โดยแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดตาราง	การผลิต	อื่นๆ	
1	2017	นมิดา ศรีผล	การจัดตารางการผลิตเพื่อปรับปรุงปริมาณงานล่าช้า		✓		โปรแกรม IPSS
2	2017	สรชนัน วงนุรักษ์	การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนาน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง		✓		แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3	2017	สุวิทย์ สงเคราะห์, ศักดิชาย์ รักการ, อัตถกร กลั่นความดี และ ธนาคม สกุลไทย	การเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแกนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา: บริษัท บาร์โค้ด ทีทีอาร์ จำกัด		✓		Excel solver
4	2017	John M. Antle and Susan M. Capalbo	Econometric-process models for integrated assessment of agricultural production systems		✓		Simulation
5	2018	ธนกร วิวัฒนากรวงค์ และ วงศธร เอ้ฟวา	การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ และวิธีจุดศูนย์ถ่วง กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม			✓	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
6	2018	ชยุตม์ บรรเทิงจิตร	การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการออกแบบผังคลังสินค้า เพื่อลดเวลาในการขนถ่ายวัสดุ			✓	โปรแกรม FlexSim
7	2019	คลอเคลีย วจนะวิชากร	การลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว กรณี ศึกษาวิสาหกิจชุมชนบ้านบุ่งหวาย จังหวัดอุบลราชธานี			✓	แผนภูมิ why-why วิเคราะห์ความสูญเปล่า(7wastes)
8	2019	กันตภณ ตันติวีรบุตร และธาดา วัชร์ ศรีวิไลวัชร	แนวทางการจัดลำดับการผลิตเพื่อลดเวลาการทำงาน บริษัท กรณีศึกษา คลังสินค้า			✓	Flow Process Chart
9	2019	รัชฎากรณ์ ภู่ห้อย	การปรับปรุงขั้นตอนวิธีลาเบลสำหรับวิธีซิมเพล็กซ์ของตัวแบบปัญหาการขนส่ง			✓	Excel solver

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
10	2019	Zinina,Merenkova, Rebezov,Tazeddinova and Vietoris	Optimization of cattle by products amino acid composition formula		✓		Excel Solver
11	2020	ธนัชพร สมใส	ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมของโลจิสติกส์ขาออกในอุตสาหกรรมน้ำตาล			✓	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
12	2020	อมรพงศ์ สงวนสินธุ์	การพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการผลิตที่เหมาะสมในโรงงานผลิตแก้วพลาสติก		✓		แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
13	2020	อภัสรา เจริญพานิชย์ และ วิชญตร์ งามสะอาด	การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการวางแผนการผลิตท่อไอเสียรถจักรยานยนต์ กรณีศึกษาบริษัท AAA		✓		โปรแกรม Arena,หลักการ ECRS

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
14	2019	ฐิติ หมอรักษา,นรา สมัตถภาพงศ์,ศุภกิตติ์ ยืนยาว และพงศธร วงษ์สกุล	การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำดื่ม กรณีศึกษา โรงงานน้ำดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดจันทบุรี		✓		โปรแกรม FlexSim
15	2020	ณัชชา เสนานอก	การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งจัดเก็บสินค้าในบริษัทเครื่องสำอางและความงาม		✓		โปรแกรม FlexSim
16	2021	รวินท์ธนัตถ์ ทิพย์เสนา	ปรับปรุงแผนการผลิตท่อเหล็กที่เป็นส่วนประกอบช่วงล่างของรถยนต์ที่มีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์และอัตราการผลิต		✓		แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
17	2021	ปัจรัศม์ แพทย์โท และเสาวนิตย์ เลขวัต	การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดลำดับงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์		✓		แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Heuristics

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
18	2021	ปัญญา สำราญหันต์	การเลือกตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสมด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาบริษัทผลิตเครื่องทำน้ำแข็ง		✓		ABC analysis โปรแกรม FlexSim
19	2021	ญาณกวี อินสว่าง	การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานโดยการจัดตารางการทำงานของพนักงานของบริษัทตัวอย่าง		✓		Linear Programming Excel solver
20	2021	วงศกร พงษ์ชีพ	การปรับปรุงลดปริมาณใบขอซื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดซื้อ	✓			แผนภูมิก้างปลา (Fishbone)
21	2022	ปดิวรัดา มีแสง	การศึกษาและปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดซื้อโดยแนวคิดลีน กรณีศึกษา บริษัทอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสินค้าสายไฟ	✓			แนวคิดแบบลีน (Lean thinking) 8 Wastes DOWNTIME หลักการ ECRS

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
22	2022	วินัย หล้าวงษ์,โยธิน นามโสรส ,อภิวัฒน์ ด่านแก้ว และ วีรพงค์ จุลศรี	การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเปล่าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์		✓		วิธีการของเมย์แท็ก (Maytag) แผนภูมิการไหล
23	2022	Wydick Martin, Ragsdale,Fico Cajica Sierra and Fetcenko	The Product Test Scheduling Problem		✓		Excel Solver
24	2023	วิเชียร สิงห์ใหม่ เนตรชนก สูนาสวน และถิรวุฒิ แสงมณีเดช	การจัดการห่วงโซ่อุปทานธุรกิจอาหารวีแกนในประเทศไทย	✓			แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์เคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ
25	2023	Zaragoza-Benzal,Ferrández,Diaz-Velilla and Zúñiga-Vicente	Manufacture and characterisation of a new lightweight plaster for application in wet rooms under circular economy criteria		✓		โปรแกรม FlexSim

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
26	2023	Wang Jianhui,Xu Hanbin, Wu Wenqiang,Zhu Dachang,Xiao Zhongmin,Qin Guangxiang and Li Boji	Optimization of Curtain Wall Production Line Balance Based on Improved Genetic Algorithm		✓		โปรแกรม FlexSim
27	2023	Ma Junyan,Han Zhihui,Deng Qilin,Huang Yi and Feng Jian	New hybrid algorithm combining multiple transportation modes for an environmental protection workshop layout			✓	โปรแกรม FlexSim
28	2023	Xiong Zonghui,Hu Pingping,Sun Wenlei and	Application of Extension Theory in the Optimization of Agricultural Machinery		✓		โปรแกรม FlexSim
29	2023	Nigischer Christian,Reiterer Fiorian,Bougain Sebastien and Grafinger Manfred	Finding the proper level of detail to achieve sufficient model fidelity using FlexSim: An industrial use case			✓	Discrete-Event Simulation (DES) โปรแกรม FlexSim

ตาราง 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ปี	ชื่อผู้แต่ง	ชื่อบทความ	ลักษณะปัญหา			เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
				การจัดหา	การผลิต	อื่นๆ	
30	2023	Chawla Suumit and Singari Ranganath M.	Modelling and Simulation of Crankcase Cover Manufacturing in the Automobile Industry		✓		โปรแกรม FlexSim
31	2024	Abbas Usman and Shehu Uaman	Procurement physiognomies and creative accounting in Nigerian listed health care firms	✓			แบบสอบถาม เคราะห์ข้อมูลโดยใช้การถดถอยแบบ OLS
32	2024	Shi Wenqiang,Hu Qiaodeng and Zhou Yimeng	Evolutionary game analysis of vehicle procurement in the courier industry from the perspective of green supply chain	✓			Evolutionary Stable Strategies (ESS)
33	2024	งานวิจัยนี้	การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานอาหารสัตว์	✓	✓		Excel Solver โปรแกรม FlexSim

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบบทความวิจัยที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ จำนวน 32 บทความ พบว่า แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพและได้รับความนิยมนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการวางแผนการจัดซื้อและจัดหา อีกทั้ง การจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เป็นอีกเครื่องมือที่ได้รับความนิยมเช่นเดียวกัน ในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เนื่องจากประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการกระทำในสถานการณ์จริง รวมถึง การจำลองสถานการณ์ในลักษณะนี้สามารถเปลี่ยนแปลงตัวแปรหรือเงื่อนไขบางอย่างได้ง่ายกว่าในสถานการณ์จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบการผลิตที่จะต้องมีการทำงานเป็นประจำทุกวัน และโปรแกรมเฟลกซิม (FlexSim) เป็นโปรแกรมที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดสดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย มีการเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

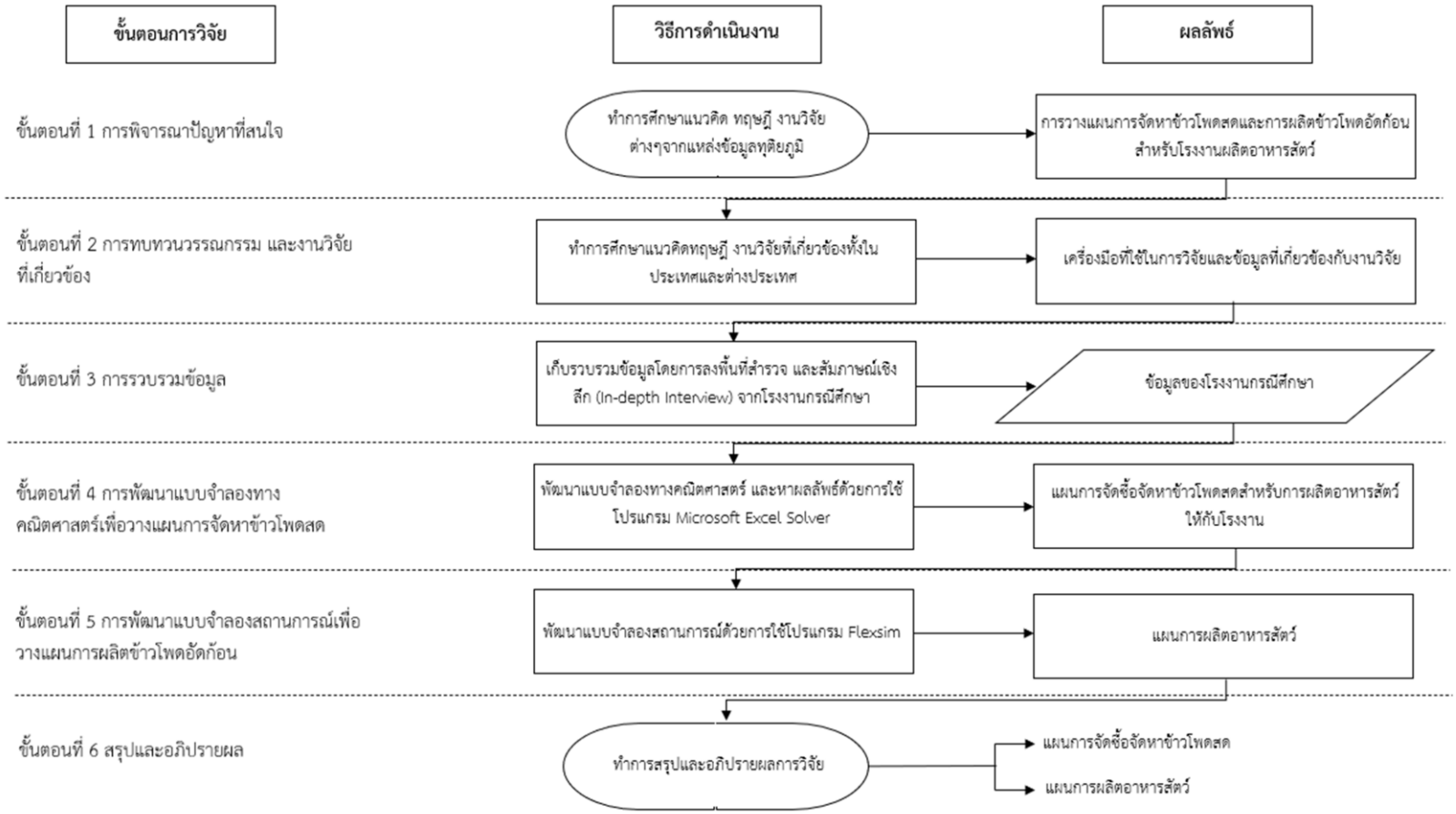
คอมพิวเตอร์พกพา จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้ ตัวประมวลผล AMD Athlon Gold 3150U with Radeon Graphics 2.40 GHz หน่วยความจำหลัก 8.00 GB (5.94 GB ใช้ได้) บนระบบปฏิบัติการ (OS) 22621.3007 Windows Feature Experience Pack 1000.22681.1000.0 เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ ใช้ในการประมวลผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการวางแผนการจัดหาข้าวโพดสด โดยขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้หาผลลัพธ์ด้วยการใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver อีกทั้งยังใช้เพื่อพัฒนาการจำลองสถานการณ์ด้วยการใช้โปรแกรมเฟลกซิม (FlexSim) เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตอาหารสัตว์ให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยมีการนำแผนการผลิตเดิม และแผนการผลิตทางเลือกมาเปรียบเทียบกัน

โปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งเป็นโปรแกรมย่อย (Add-Ins) หนึ่งของโปรแกรม Microsoft Excel สามารถนำมาใช้เพื่อประมวลผลหาผลลัพธ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือการโปรแกรมเชิงเส้นได้ จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประมวลผลหาผลัพธ์ของแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุกและช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบ

โปรแกรมเฟลกซิม (FlexSim) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการวางแผนการผลิตอาหารสัตว์ ของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นข้าวโพดอัดก้อน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยการวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ กรณีศึกษาที่ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย สามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยได้เป็น 6 ขั้นตอน แสดงดังภาพ 17 โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพ 11 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การพิจารณาปัญหาที่สนใจ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหา แนวคิด ทฤษฎี รวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ จากข้อมูลทุติยภูมิ จากการศึกษาในขั้นตอนนี้ทำให้ได้มาซึ่งหัวข้องานวิจัย คือ การวางแผนการจัดหาข้าวโพดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยมีโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย

ขั้นตอนที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งทำให้ทราบถึงเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สำรวจ (Survey) และสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) จากโรงงานกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลต่าง ๆ ของโรงงานกรณีศึกษา ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของโรงงาน การดำเนินงานในปัจจุบัน ข้อมูลด้านกระบวนการรับซื้อวัตถุดิบ ข้อมูลด้านกระบวนการผลิต ข้อมูลด้านกำลังการผลิต ข้อมูลด้านต้นทุนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนด้านการขนส่ง ข้อมูลด้านราคารับซื้อต้นข้าวโพดสด เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวางแผนการจัดซื้อจัดหาต้นข้าวโพดสด โดยขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุก พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่ต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบ อีกทั้งยังมีการพิจารณาด้านความต้องการวัตถุดิบ ความต้องการของลูกค้า แหล่งที่มาของวัตถุดิบ ความสามารถในการผลิต และการตัดสินใจด้านการวางแผนการขนส่งด้วยยานพาหนะที่หลากหลาย โปรแกรม Microsoft Excel Solver เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้เพื่อค้นหาคำตอบของแบบจำลองที่ถูกนำเสนอขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตที่เป็นไปได้ ด้วยการใช้โปรแกรม FlexSim ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญที่อรรถประโยชน์การใช้งานของเครื่องจักร (Machine Utilization) ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดที่มีอยู่ของโรงงานกรณีศึกษา

ขั้นตอนที่ 6 สรุปและอภิปรายผล ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยและอภิปรายผลงานวิจัยเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย นั่นคือ 1) เพื่อจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด สำหรับการผลิตอาหารสัตว์ให้กับโรงงานผลิตอาหารสัตว์และ 2) เพื่อจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์ โดยมีการนำแผนการผลิตเดิม และแผนการผลิตใหม่มาเปรียบเทียบกัน โดยผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวางแผนการจัดซื้อจัดหาต้นข้าวโพดสด ด้วยการใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver เพื่อหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง และสำหรับผลลัพธ์ของวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) เพื่อจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตที่เป็นไปได้ ด้วยการใช้โปรแกรม FlexSim

บทที่ 4

ผลงานวิจัย

ผลงานวิจัยเรื่องการวางแผนการจัดหาข้าวโพดสดและการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้รับจากโรงงานกรณีศึกษา และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิจัย โดยผลการวิจัยสามารถแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด และ 2) ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลที่ได้รับจากโรงงานกรณีศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการลงพื้นที่สำรวจ (Survey) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) โรงงานกรณีศึกษา พบว่า โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ที่ใช้วัตถุดิบหลัก คือ ต้นข้าวโพดสด โดยอาหารสัตว์ที่โรงงานผลิต คือ ข้าวโพดอัดก้อน ซึ่งโรงงานที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูล ทำให้ทราบว่าการผลิตอาหารสัตว์ ด้วยการใช้ต้นข้าวโพดสดได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากเป็นอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ทำให้โรงงานกรณีศึกษามีคำสั่งซื้อจากลูกค้าในปริมาณมาก ส่งผลให้ทางโรงงานประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตไม่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดปัญหาการใช้งานเครื่องจักรได้อย่างไม่เต็มความสามารถ (Max Utilization of Machine) อีกทั้งยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นได้ ทำให้ขาดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน โดยปกติจะมีต้นข้าวโพดสดที่ป้อนเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการผลิต โดยเฉลี่ยประมาณ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากทางโรงงานมีนโยบายในการจัดหาจัดซื้อต้นข้าวโพดในปัจจุบันนั้นจากพื้นที่ในละแวกโรงงานเท่านั้น แต่กำลังการผลิตสูงสุด (Max Production Capacity) ของโรงงานสามารถรองรับปริมาณต้นข้าวโพดสดเพื่อมาทำการผลิตได้สูงสุดถึง 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

การดำเนินการรับซื้อต้นข้าวโพดสดในปัจจุบันของโรงงาน จะรับซื้อในเขตพื้นที่ปลูกในละแวกของโรงงานเท่านั้น ในการขนส่งต้นข้าวโพดจากแหล่งพื้นที่ปลูก ทางโรงงานจะใช้รถบรรทุกที่มีอยู่จำนวน 3 ชนิด ประกอบด้วย รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 2 คัน รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 3 คัน และรถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 5 คัน ซึ่งแต่ละคันมีความจุในการบรรทุกแตกต่างกัน คือ 20,000

กิโลกรัมต่อคัน 7,000 กิโลกรัมต่อคัน และ 4,000 กิโลกรัมต่อคัน ตามลำดับ การเข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดยังบริเวณพื้นที่ปลูก แสดงดังภาพ 11

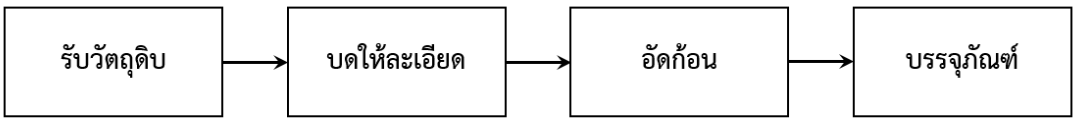
สำหรับการผลิตข้าวโพดอัดก้อนของโรงงานกรณีศึกษา ปัจจุบันมีเครื่องจักรเพื่อใช้ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน จำนวน 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ และ เครื่องอัดขนาดเล็ก เพื่อดำเนินการผลิตข้าวโพดอัดก้อนทั้งหมด 2 ขนาด ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก 1 ก้อน ต้องใช้ต้นข้าวโพดสด จำนวน 80 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ 15 นาทีต่อก้อน ราคาในการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก คือ 2,900 บาทต่อก้อน และข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ 1 ก้อน ต้องใช้ต้นข้าวโพดสด จำนวน 700 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ 25 นาทีต่อก้อน ราคาในการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ คือ 2,600 บาทต่อก้อน โดยราคาข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กจะมีราคาที่สูงกว่าข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ เนื่องจากในกระบวนการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กทำยากกว่าข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ รวมถึงเวลาใช้เวลาผลิตนานกว่า ซึ่งข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กใช้เวลาผลิต 25 นาที และข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ใช้เวลาการผลิตเพียง 15 นาที รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีอยู่ของโรงงาน แสดงดังตาราง 3

ภาพ 12 การเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดสด

สำหรับขั้นตอนการผลิตข้าวโพดอัดก้อนทั้ง 2 ขนาด (ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กและข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่) มีลำดับของขั้นตอนการผลิต แสดงดังภาพ 12 โดยเริ่มต้นจากการรับวัตถุดิบ ซึ่งต้นข้าวโพดสด ถือได้ว่าเป็นวัตถุดิบหลัก หลังจากนั้นจะทำการบดต้นข้าวโพดสดให้ละเอียด แสดงดังภาพ 13 และทำการอัดเป็นก้อน โดยเครื่องอัดขนาดใหญ่จะถูกใช้เพื่อทำการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ และเครื่องอัดขนาดเล็กจะถูกใช้เพื่อทำการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก เมื่อทำการบดต้นข้าวโพดสดละเอียดเรียบร้อยแล้ว จะดำเนินการบรรจุหีบห่อ เพื่อหมักต้นข้าวโพด แสดงดังภาพ 14 ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน การหมักข้าวโพดแบบวิธีการห่อพลาสติกนั้น เป็นการหมักที่นิยมกันมากในปัจจุบัน เนื่องจากทำได้ง่ายเพียงเก็บเกี่ยวต้นข้าวโพดสดและนำมาบดให้ละเอียด จากนั้นห่อด้วยพลาสติกให้สนิท โดยการใช้เครื่องจักร เครื่องจักรจะดำเนินงานอย่างอัตโนมัติ บีบอัดข้าวโพดที่ทำการบดละเอียดเรียบร้อยแล้วให้แน่น เพื่อไล่อากาศออก ซึ่งลักษณะของข้าวโพดหมักที่ดีจะมีสีเหลืองอมเขียว มีกลิ่นหอมจากการหมัก เนื้อสัมผัสไม่เป็นเมือกลื่น ไม่เละ โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ จะนิยมมากในการนำไปเลี้ยงสัตว์ของตนเอง จึงส่งผลทำให้ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีกลุ่มลูกค้าเพิ่มมากขึ้น

ตาราง 3 รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีอยู่ของโรงงาน

เครื่องจักร	จำนวน (เครื่อง)	ปริมาณข้าวโพดสดที่ใช้ในการผลิต (กิโลกรัมต่อก้อน)	ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน (นาทีต่อก้อน)
เครื่องอัดขนาดใหญ่	1	700	15
เครื่องอัดขนาดเล็ก	1	80	25



ภาพ 13 ขั้นตอนการผลิตข้าวโพดอัดก้อน

ภาพ 14 ขั้นตอนการบดต้นข้าวโพดสด

ภาพ 15 การบรรจุหีบห่อข้าวโพดอัดก้อน

เมื่อดำเนินการผลิตเสร็จสิ้นแล้ว จะเป็นขั้นตอนของการจัดเก็บ โดยโรงงานจะนำข้าวโพดอัดก้อนทั้ง 2 ขนาด นำมาจัดเก็บในพื้นที่ของโรงงาน โดยจัดวางในพื้นที่กลางแจ้ง ซึ่งข้าวโพดอัดก้อนที่ผลิตเสร็จแล้วไม่จำเป็นต้องเก็บในคลังสินค้าแบบปิด จากภาพ 15 แสดงให้เห็นถึงการเก็บข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเมื่อทำการผลิตเสร็จแล้วเรียบร้อย จะนำมาจัดวางเรียงไว้กลางแจ้ง เพื่อเตรียมส่งมอบให้กับลูกค้าตามคำสั่งซื้อ เนื่องจากข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่เป็นสินค้าที่ลูกค้ามีความต้องการในปริมาณมากกว่าขนาดเล็ก โรงงานจึงทำการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ในปริมาณค่อนข้างมาก สำหรับการจัดเก็บข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก แสดงดังภาพ 16

ภาพ 16 ข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่

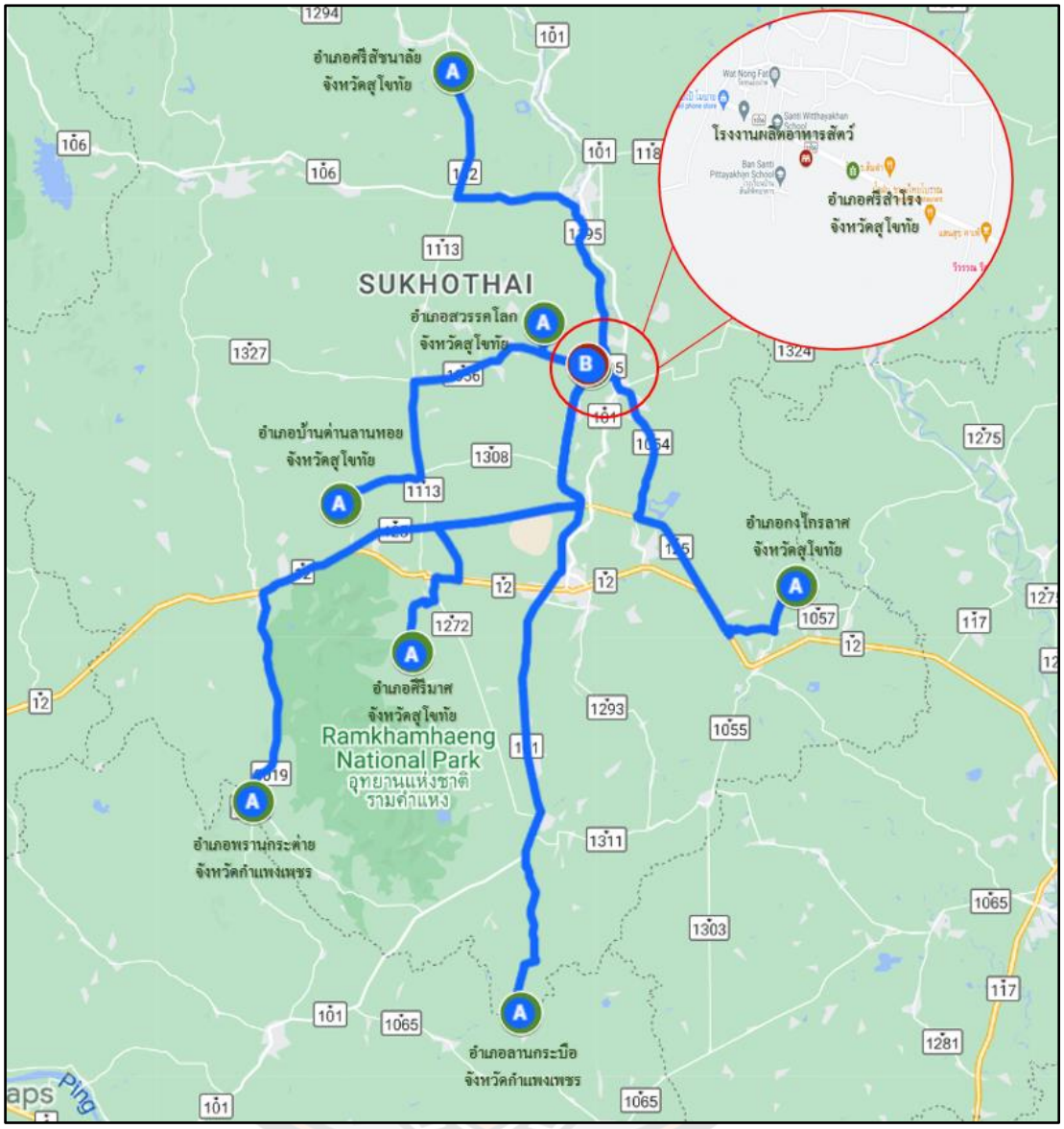
ภาพ 17 ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก

ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด

สำหรับผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัดสรรรถบรรทุก พร้อมทั้งช่วยในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาต้นทุนรวมที่เกิดขึ้นที่ต่ำที่สุด ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่งและต้นทุนการจัดหาวัตถุดิบ อีกทั้งยังมีการพิจารณาด้านความต้องการวัตถุดิบ ความต้องการของลูกค้า แหล่งที่มาของวัตถุดิบ ความสามารถในการอุปทาน ความสามารถในการผลิต และการตัดสินใจด้านการวางแผนการขนส่งด้วยยานพาหนะที่หลากหลาย มีรายละเอียดดังนี้

1) ศึกษาปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นโรงงานผลิตอาหารสัตว์ ตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย พบว่า การดำเนินงานในปัจจุบัน ประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้สำหรับการผลิตไม่เพียงพอ นั่นคือ ต้นข้าวโพดสด โดยปกติแล้วจะมีต้นข้าวโพดสดที่ป้อนเข้าสู่โรงงานเพื่อทำการผลิต โดยเฉลี่ยประมาณ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เนื่องจากการจัดหาจัดซื้อต้นข้าวโพดในปัจจุบันนั้นเป็นการจัดหาจัดซื้อจากพื้นที่ใกล้เคียงโรงงานเท่านั้น แต่กำลังการผลิตสูงสุด (Max Production Capacity) ของโรงงานสามารถรองรับปริมาณต้นข้าวโพดสดเพื่อมาทำการผลิตได้ถึง 25,000 กิโลกรัมต่อวัน อีกทั้งปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดนั้นมีสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นทางโรงงานจึงมีความต้องการในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดหาวัตถุดิบให้เพิ่มมากขึ้น โดยเสนอแผนการขยายพื้นที่การรับซื้อต้นข้าวโพดสดของโรงงาน ในระยะทางไม่เกินกว่า 100 กิโลเมตรจากโรงงานหรือจุด B ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย จากการสำรวจข้อมูลพบว่า มีแหล่งปลูกต้นข้าวโพดสดเพื่อไว้สำหรับผลิตเป็นอาหารสัตว์ทั้งสิ้น 8 พื้นที่หรือจุด A ครอบคลุมพื้นที่ 2 จังหวัด ทั้งในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดกำแพงเพชร แสดงดังภาพ 18



ภาพ 18 เส้นทางจากโรงงานกับพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดที่พิจารณา

โดยระยะทางระหว่างพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดทั้ง 8 พื้นที่กับโรงงานมีระยะทางในการขนส่งรายละเอียดดังนี้ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย มีระยะทาง คือ 68.2 กิโลเมตร อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัยมีระยะทาง คือ 42 กิโลเมตร อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย มีระยะทาง คือ 43.5 กิโลเมตร อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย มีระยะทาง คือ 51.3 กิโลเมตร อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย มีระยะทาง คือ 5 กิโลเมตร อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย มีระยะทาง คือ 26.5 กิโลเมตร

อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร มีระยะทาง คือ 97.9 กิโลเมตร และอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร มีระยะทาง คือ 85.9 กิโลเมตร และมีปริมาณต้นข้าวโพดสดที่สามารถอุปทาน (Supply) ได้ แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 รายละเอียดข้อมูลของพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดที่พิจารณา

พื้นที่ปลูกที่พิจารณา	ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)	ปริมาณต้นข้าวโพดสดที่มีอุปทาน (กิโลกรัม)
อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย	68.2	2,000
อ. บ้านด่านลานหอย จ. สุโขทัย	42	3,000
อ. กงไกรลาศ จ. สุโขทัย	43.5	4,000
อ. คีรีมาศ จ. สุโขทัย	51.3	3,000
อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	5	5,000
อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย	26.5	5,000
อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร	97.9	1,500
อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร	85.9	3,000

สำหรับยานพาหนะที่มีอยู่เพื่อใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสดของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งปัจจุบันทางโรงงานมียานพาหนะเพื่อใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดอยู่ 3 ชนิด นั่นคือ รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 2 คัน รถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 3 คัน และรถบรรทุก 4 ล้อ จำนวน 5 คัน ซึ่งแต่ละคันมีความจุในการบรรทุกแตกต่างกัน คือ 20,000 กิโลกรัมต่อคัน 7,000 กิโลกรัมต่อคัน และ 4,000 กิโลกรัมต่อคัน ตามลำดับ และจากการสืบค้นข้อมูลด้านต้นทุนการขนส่งของยานพาหนะแต่ละชนิดจากสำนักงานขนส่งสินค้า พบว่า รถบรรทุก 10 ล้อ มีต้นทุนการขนส่ง คือ 17.5 บาทต่อกิโลเมตร รถบรรทุก 6 ล้อ มีต้นทุนการขนส่ง คือ 12.57 บาทต่อกิโลเมตร และรถบรรทุก 4 ล้อ มีต้นทุนการขนส่ง คือ 8.16 บาทต่อกิโลเมตร (สำนักงานขนส่งสินค้า กรมการขนส่งทางบก, 2560) สามารถถูกนำมาใช้เป็นต้นทุนการขนส่งของยานพาหนะแต่ละชนิดเมื่อเทียบตามระยะทางได้ แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 ข้อมูลด้านต้นทุนการขนส่งของยานพาหนะแต่ละชนิดเมื่อเทียบตามระยะทาง

พื้นที่ปลูกที่พิจารณา	ต้นทุนการขนส่งของยานพาหนะแต่ละชนิด (บาท)		
	รถ 10 ล้อ	รถ 6 ล้อ	รถ 4 ล้อ
อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย	2,387.00	1,714.55	1,113.02
อ. บ้านด่านลานหอย จ. สุโขทัย	1,470.00	1,055.88	685.44
อ. กงไกรลาศ จ. สุโขทัย	1,522.50	1,093.59	709.92
อ. คีรีมาศ จ. สุโขทัย	1,795.50	1,289.68	837.22
อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	175.00	125.70	81.60
อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย	927.50	666.21	432.48
อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร	3,426.50	2,461.21	1,597.73
อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร	3,006.50	2,159.53	1,401.89

2) การพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม

แบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองลักษณะของปัญหา เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. โรงงานมีพื้นที่รองรับต่อปริมาณต้นข้าวโพดสดที่ถูกจัดส่งเข้ามาอย่างเพียงพอ

2. พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดจะมียานพาหนะเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่เข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสด

3. การขนส่งต้นข้าวโพดสามารถขนส่งได้เต็มความจุของยานพาหนะแต่ละประเภท โดยในระหว่างการขนส่งไม่มีการสูญหายในระหว่างการขนส่ง

4. ปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงานกรณีศึกษาสามารถรู้ล่วงหน้าได้และมีปริมาณที่แน่นอน

5. ต้นข้าวโพดสดถูกตัดและพร้อมต่อการขนส่งแล้ว

6. ยานพาหนะแต่ละชนิดที่มีอยู่พร้อมต่อการใช้งาน

ดัชนี (Indices)

i คือ พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพด โดยที่ *i* = 1, 2, ..., *I*

j คือ โรงงาน โดยที่ *j* = 1, 2, ..., *J*

v คือ ชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง โดยที่ *v* = 1, 2, ...,*V*

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

I คือ จำนวนพื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดสด

J คือ จำนวนโรงงาน

V คือ จำนวนชนิดของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง

D คือ ปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงาน (กิโลกรัม)

RT คือ จำนวนรอบการขนส่ง (รอบ)

RC คือ ต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด (บาทต่อกิโลกรัม)

CAP_v คือ ความจุของยานพาหนะชนิด *v* (กิโลกรัม)

N_v คือ จำนวนยานพาหนะในแต่ละชนิด

T_{ij} คือ ระยะทางขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก *i* ไปยังโรงงาน *j* (กิโลเมตร)

TC_v คือ ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดด้วยยานพาหนะชนิด *v* (บาทต่อกิโลเมตร)

S_i คือ ปริมาณต้นข้าวโพดสดที่พร้อมต่อการจัดส่งจากพื้นที่ปลูก *i*

ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

$$Y_{ijv} = \begin{cases} 1 & \text{ถ้ามีการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก } i \text{ ไปยังโรงงาน } j \text{ ด้วยยานพาหนะชนิด } v \\ 0 & \text{กรณีอื่น ๆ} \end{cases}$$

X_{ijv} ปริมาณต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูก *i* ไปยังโรงงาน *j* ด้วยยานพาหนะชนิด *v*

โดยมีรูปแบบของแบบจำลองกำหนดการทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

$$Minimize: RC\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} X_{ijv}Y_{ijv} + RT\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} T_{ij}TC_vY_{ijv} \quad (1)$$

เงื่อนไขข้อบังคับ (Constraints):

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} Y_{ijv} \le N_v \qquad \forall v, \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} Y_{ijv} = 1 \qquad \forall i, \tag{3}$$

$$\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} X_{ijv} Y_{ijv} \le S_i \qquad \forall i, \tag{4}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} X_{ijv} Y_{ijv} = D \qquad \forall i, j, v, \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{v=1}^{V} X_{ijv} Y_{ijv} \le CAP_v \qquad \forall v, \tag{6}$$

$$Y_{ijv} \in \{0,1\} \qquad \forall i, j, v, \tag{7}$$

$$X_{ijv} \ge 0 \text{ and integer} \qquad \forall i, j, v \tag{8}$$

โดยสมการและอสมการต่าง ๆ สามารถอธิบายอย่างละเอียด ดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ (1) แสดงถึงต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานและต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด

อสมการที่ (2) แสดงถึงจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานจะต้องไม่เกินจำนวนยานพาหนะที่มี

สมการที่ (3) แสดงถึงในแต่ละพื้นที่ปลูกจะจำกัดให้ยานพาหนะเพียงชนิดเดียวและคันเดียวเท่านั้นในการเข้าไปรับต้นข้าวโพดสด

อสมการที่ (4) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีปริมาณไม่เกินกว่าปริมาณต้นข้าวโพดสดที่มี

สมการที่ (5) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีเท่ากับปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงาน

อสมการที่ (6) แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะต่าง ๆ จะต้องไม่เกินความจุของยานพาหนะนั้น

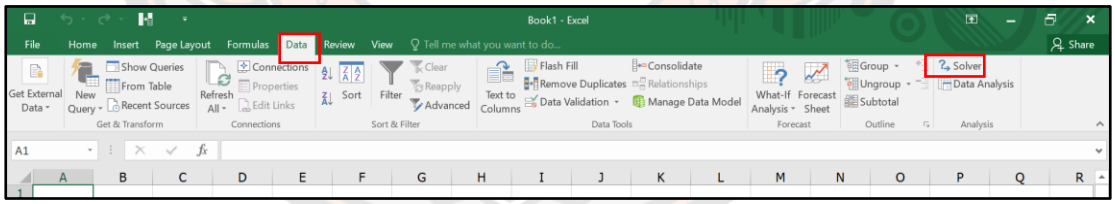
ข้อจำกัดที่ (7) การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรการตัดสินใจ

ข้อจำกัดที่ (8) การกำหนดตัวแปรต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0 และเป็นจำนวนเต็ม

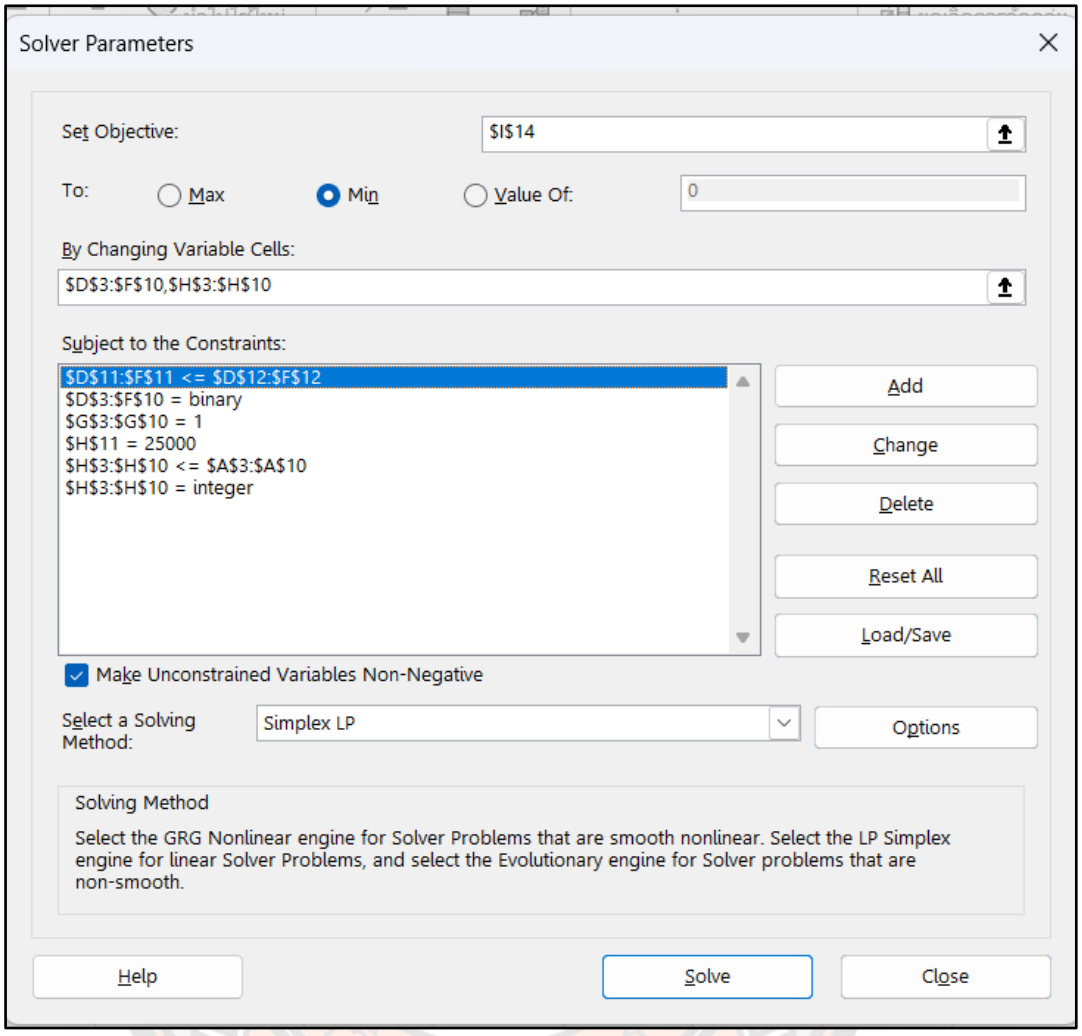
3) การประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver

จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (MILP) ที่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ใน Microsoft Excel เป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่รันบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel(R) Core(TM) i5-8250U ด้วยความถี่ 1.80 GHz และมีหน่วยความจำ (RAM) 8.00 GB บนระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เป็นข้อมูลจริงของโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลที่ได้ศึกษารวบรวมมา โดยมีรายละเอียดของการหาผลลัพธ์ดังนี้

ขั้นตอนแรกกดเลือกเมนู Data บนแถบเมนูจะแสดงโปรแกรม Solver ขึ้นมา ดังภาพ 19 หากเครื่องคอมพิวเตอร์ยังไม่เคยใช้งานโปรแกรม Solver จะไม่ปรากฏดังภาพ ผู้ใช้จะต้องทำการ Add-in ก่อน หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถใส่รายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นบน Dialog Box ของ “Solver Parameter” ดังภาพ 20

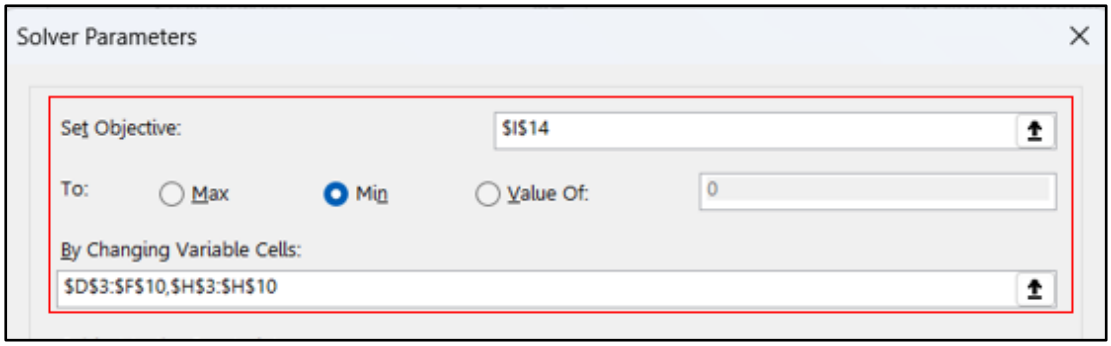


ภาพ 19 ภาพจับหน้าจอโปรแกรม Microsoft Excel Solver

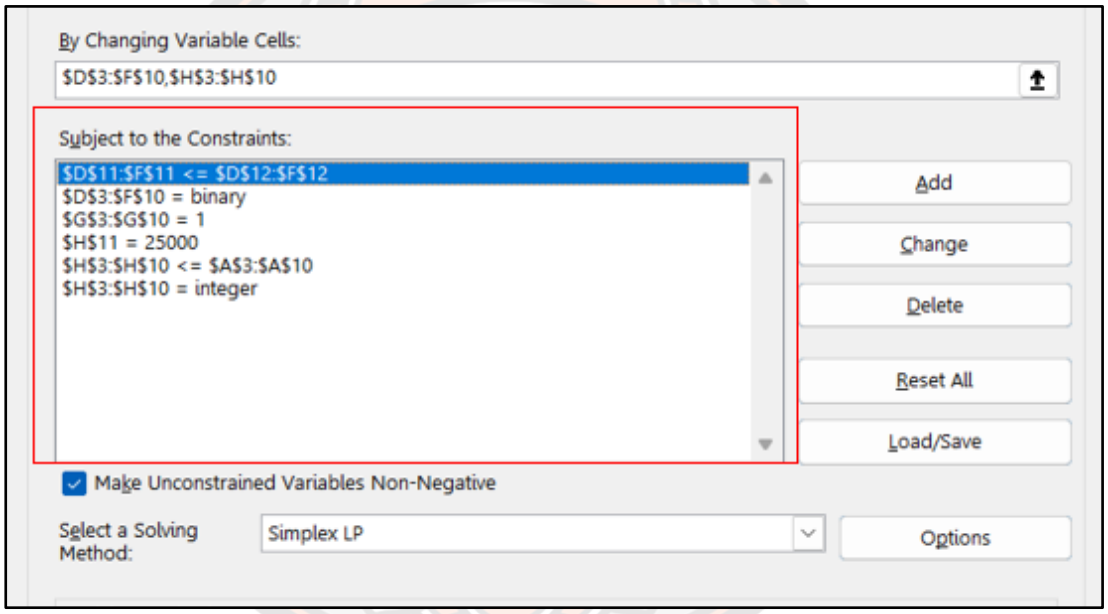


ภาพ 20 การกำหนดข้อมูลของแบบจำลองบน Solver Parameter

จากภาพ 20 ได้แสดงให้เห็นถึงการกำหนดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองที่เราได้สร้างขึ้นบนเซลล์ต่าง ๆ บน Microsoft Excel ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดเซลล์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์เป้าหมายของแบบจำลอง (หาค่าที่ต่ำที่สุดหรือสูงที่สุด) ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) เงื่อนไขข้อบังคับ (Subject to the constraints) และยังสามารถเลือกวิธีการในการค้นหาคำตอบของแบบจำลองได้



ภาพ 21 การกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์



ภาพ 22 การกำหนด Solver Parameters เพื่อหาคำตอบ

จากภาพ 21 เป็นการกำหนดเซลล์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ที่ถูกสร้างไว้ให้ครอบคลุมถึงต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานและต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด โดยเลือกเซลล์ $I$14 และเลือกกำหนดเป้าหมายของแบบจำลอง (Set Objective) เพื่อหาค่าที่ต่ำที่สุด ด้วยการกดเลือก Check Box ในส่วนของ “Min” เพื่อหาผลลัพธ์ของสมการเป้าหมายที่ต่ำที่สุด และกำหนดตัวแปรการตัดสินใจที่พิจารณาจากในเซลล์ที่สร้างไว้ ซึ่งในที่นี้ คือ เซลล์ $D$3:$F$10,$H$3:$H$10 ได้แสดงให้เห็นถึงตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) ทั้งหมดของแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น หลังจาก

นั้นเป็นการกำหนดเงื่อนไขข้อบังคับ (Subject to the constraints) ที่มีของแบบจำลอง แสดงดังภาพ 22 ประกอบด้วย

เงื่อนไขข้อบังคับที่ 1 แสดงถึงจำนวนยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกที่พิจารณามายังโรงงานจะต้องไม่เกินจำนวนยานพาหนะที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยกำหนดเซลล์เป็น $D$11:$F$11<=$D$12:$F$12

เงื่อนไขข้อบังคับที่ 2 แสดงถึงการกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรการตัดสินใจ โดยเลือกเซลล์ $D$3:$F$10 = binary นั่นคือเลือกแบบ 0 หรือ 1

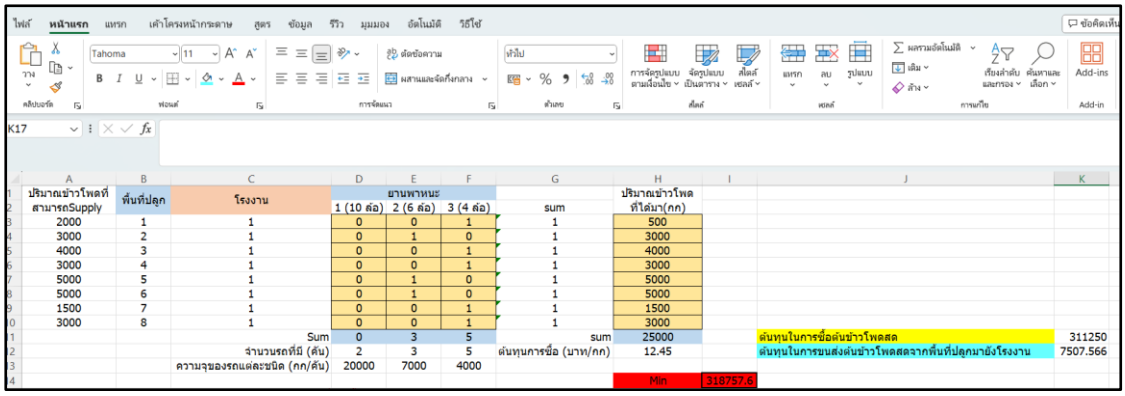
เงื่อนไขข้อบังคับที่ 3 แสดงถึงข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่ปลูกจะจำกัดให้ยานพาหนะเพียงชนิดเดียวและคันเดียวเท่านั้นในการเข้าไปรับต้นข้าวโพดสด โดยกำหนดเซลล์เป็น $G$3:$G$10 = 1

เงื่อนไขข้อบังคับที่ 4 แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีเท่ากับปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสดของโรงงาน นั่นคือ วันละ 25,000 กิโลกรัม โดยกำหนดเซลล์เป็น $H$11 = 25000

เงื่อนไขข้อบังคับที่ 5 แสดงถึงปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากแต่ละพื้นที่จะต้องมีปริมาณไม่เกินกว่าปริมาณต้นข้าวโพดสดที่มี โดยกำหนดเซลล์เป็น $H$3:$H$10 <= $A$3:$A$10

เงื่อนไขข้อบังคับที่ 6 แสดงถึงผลลัพธ์ของตัวแปรการตัดสินใจเพื่อให้เป็นจำนวนเต็ม (Integer) เท่านั้น โดยเลือกเซลล์ $H$3:$H$10 = integer

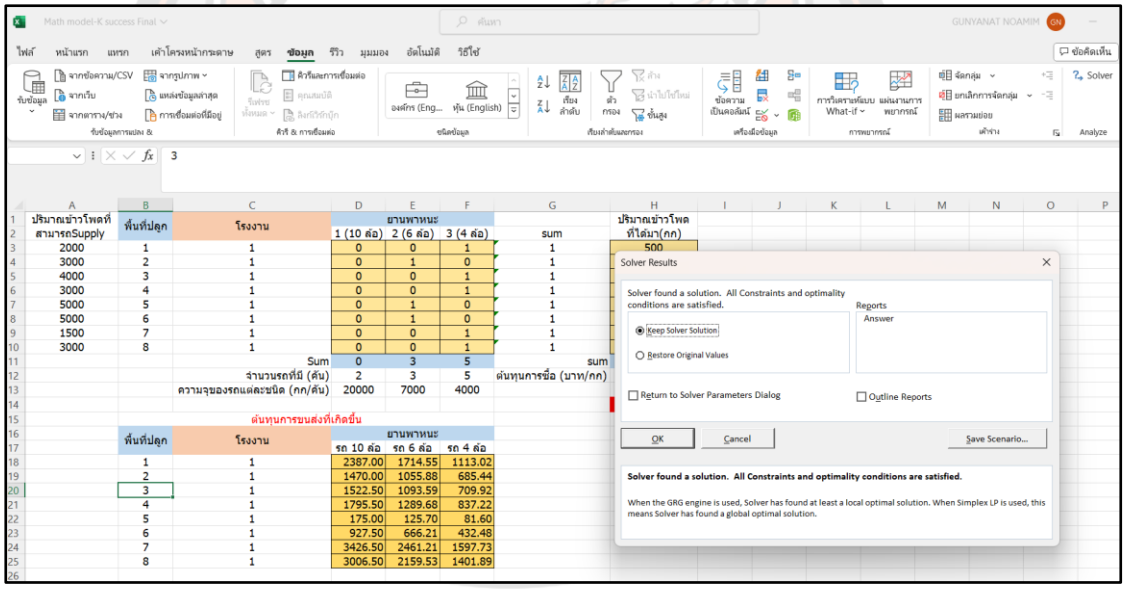
เมื่อกำหนดรายละเอียดทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว งานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการในการค้นหาคำตอบ (Select a Solving Method) ของแบบจำลองเป็นแบบ “Simplex LP” เนื่องจากแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น เป็นแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้น หลังจากนั้นกดปุ่ม “Solve” เพื่อหาผลลัพธ์ของแบบจำลอง โดยผลลัพธ์จะแสดงผลคำตอบบนเซลล์ที่กำหนด ไม่ว่าจะเป็นผลลัพธ์ของสมการเป้าหมาย ผลลัพธ์ของตัวแปรการตัดสินใจ รวมถึงเงื่อนไขข้อบังคับต่าง ๆ แสดงดังภาพ 23 และภาพ 24



ปริมาณเข้าโพดที่สามารถSupply	พื้นที่ปลูก	โรงงาน	ยานพาหนะ 1 (10 ล้อ)	ยานพาหนะ 2 (6 ล้อ)	ยานพาหนะ 3 (4 ล้อ)	sum	ปริมาณเข้าโพดที่ได้มา(กก)
2000	1	1	0	0	1	1	500
3000	2	1	0	1	0	1	3000
4000	3	1	0	0	1	1	4000
3000	4	1	0	0	1	1	3000
5000	5	1	0	1	0	1	5000
5000	6	1	0	1	0	1	5000
1500	7	1	0	0	1	1	1500
3000	8	1	0	0	1	1	3000
		Sum	0	3	5	sum	25000
		จำนวนรถที่มี (คัน)	2	3	5	ต้นทุนการซื้อ (บาท/กก)	12.45
		ความจุของรถแต่ละชนิด (กก/คัน)	20000	7000	4000		
						Min	318757.6

ต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด	311250
ต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน	7507.566

ภาพ 23 ผลลัพธ์จากการประมวลผลผ่าน Microsoft Excel Solver



ปริมาณเข้าโพดที่สามารถSupply	พื้นที่ปลูก	โรงงาน	ยานพาหนะ 1 (10 ล้อ)	ยานพาหนะ 2 (6 ล้อ)	ยานพาหนะ 3 (4 ล้อ)	sum	ปริมาณเข้าโพดที่ได้มา(กก)
2000	1	1	0	0	1	1	500
3000	2	1	0	1	0	1	
4000	3	1	0	0	1	1	
3000	4	1	0	0	1	1	
5000	5	1	0	1	0	1	
5000	6	1	0	1	0	1	
1500	7	1	0	0	1	1	
3000	8	1	0	0	1	1	
		Sum	0	3	5	sum	
		จำนวนรถที่มี (คัน)	2	3	5	ต้นทุนการซื้อ (บาท/กก)	
		ความจุของรถแต่ละชนิด (กก/คัน)	20000	7000	4000		

ต้นทุนการขนส่งที่เกิดขึ้น

พื้นที่ปลูก	โรงงาน	ยานพาหนะ รถ 10 ล้อ	ยานพาหนะ รถ 6 ล้อ	ยานพาหนะ รถ 4 ล้อ
1	1	2387.00	1714.55	1113.02
2	1	1470.00	1055.88	685.44
3	1	1522.50	1093.59	709.92
4	1	1795.50	1289.68	837.22
5	1	175.00	125.70	81.60
6	1	927.50	666.21	432.48
7	1	3426.50	2461.21	1597.73
8	1	3006.50	2159.53	1401.89

ภาพ 24 ผลลัพธ์จากการประมวลผลผ่าน Microsoft Excel Solver และ Dialog Box

4) ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการลงพื้นที่สำรวจ และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) โรงงานกรณีศึกษามาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง พบว่า เวลาที่ใช้ในการค้นหา คำตอบ คือ 0.047 วินาที และผลลัพธ์ที่ได้จากจากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver พบว่า ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด คือ 318,757.60 บาท ซึ่งแบ่งเป็นต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด คือ 311,250 บาท และต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน คือ 7,507.60 บาท โดยเลือกใช้ยานพาหนะเพื่อการขนส่งต้นข้าวโพดสดเป็นรถบรรทุก 4 ล้อ ทั้งหมด 5 คัน และรถบรรทุก 6 ล้อ ทั้งหมด 3 คัน ซึ่งเป็นการใช้แบบเต็มขีดข้อจำกัดที่มี ซึ่งรถบรรทุก 4 ล้อทั้ง 5 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อให้ไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอคีรีมาศ และพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย อำเภอพรานกระต่ายและอำเภอลานกระบือ และรถบรรทุก 6 ล้อทั้ง 3 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีสำโรง และอำเภอสวรรคโลก โดยรถบรรทุก 10 ล้อที่มีอยู่จำนวน 2 คัน ไม่ถูกเลือกเพื่อนำมาใช้ในการขนส่งต้นข้าวโพดสด รายละเอียดของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วย Microsoft Excel Solver แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

พื้นที่ปลูกที่พิจารณา	ต้นทุนการขนส่งต้นของยานพาหนะแต่ละชนิด (บาท)			ปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อ (กิโลกรัม)
	10 ล้อ	6 ล้อ	4 ล้อ	
อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย			1,113.02	500
อ. บ้านด่านลานหอย จ. สุโขทัย		1,055.88		3,000
อ. กงไกรลาศ จ. สุโขทัย			709.92	4,000
อ. คีรีมาศ จ. สุโขทัย			837.22	3,000
อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย		125.70		5,000
อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย		666.21		5,000
อ. พรานกระต่าย จ. กำแพงเพชร			1,597.73	1,500
อ. ลานกระบือ จ. กำแพงเพชร			1,401.89	3,000
รวม	**0**	**1,847.79**	**5,659.78**	**25,000**

จากตาราง 6 แสดงผลผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ พื้นที่อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 4 ล้อในการขนส่งต้นข้าวโพด โดยมีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 1,113.02 บาท และมีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 500 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพด และมีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 3,000 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพด ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 709.92 บาท มีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 4,000 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 4 ล้อในการขนส่งต้นข้าวโพด มีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 837.22 บาท โดยมีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 3,000 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอศรีสำโรงจังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพดมีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 125.70 บาท มีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 5,000 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ถูกเลือกให้

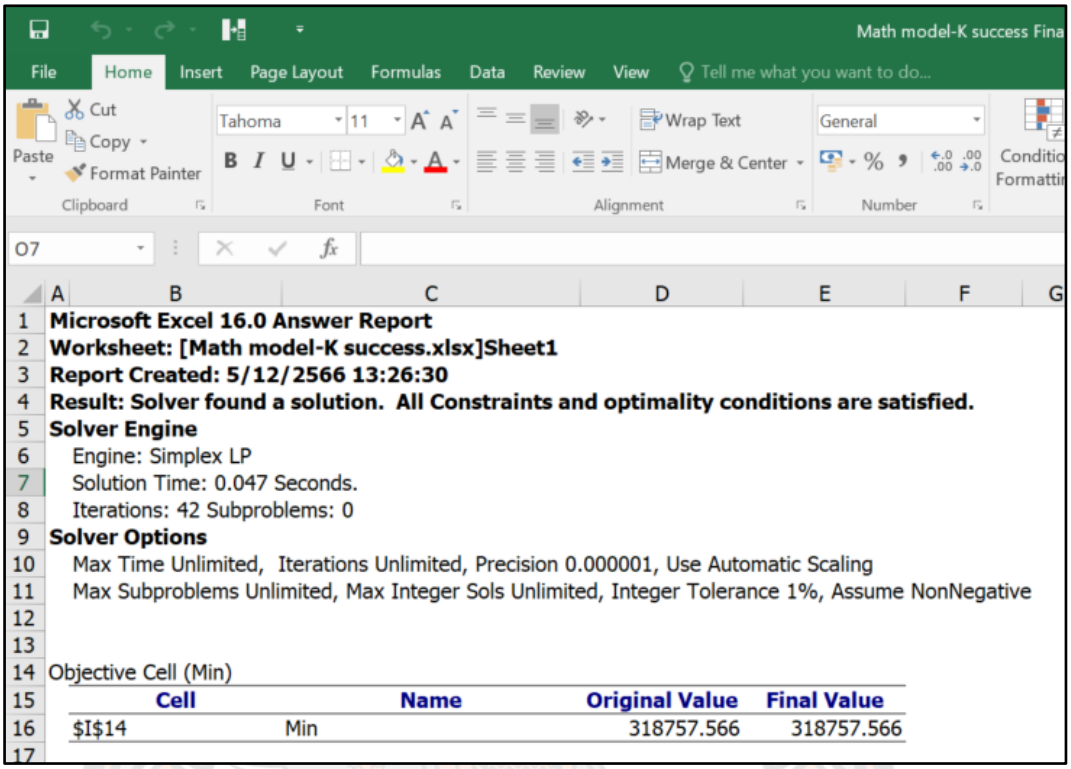
ใช้รถบรรทุก 6 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพด มีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 666.21 บาท มีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 5,000 กิโลกรัม พื้นที่อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพด ซึ่งมีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 1,597.73 บาท ปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 1,500 กิโลกรัม และพื้นที่อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร ถูกเลือกให้ใช้รถบรรทุก 4 ล้อ ในการขนส่งต้นข้าวโพดสด มีต้นทุนการขนส่งต้นข้าวโพดสด คือ 1,401.89 บาท มีปริมาณต้นข้าวโพดที่รับซื้อจากเกษตรกร คือ 3,000 กิโลกรัม และผลรวมของปริมาณต้นข้าวโพดสดที่รับซื้อจากพื้นที่ปลูกที่พิจารณาทั้งหมดเป็นไปตามปริมาณความต้องการของโรงงานกรณีศึกษา นั่นคือ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่โรงงานสามารถรับรองต้นข้าวโพดได้ต่อวัน

การประมวลผลผ่านโปรแกรม Microsoft Excel Solver สามารถจัดทำเป็นลักษณะของรายงานผลคำตอบ (Answer Reports) ได้ ดังภาพ 25 เป็นการแสดงผล ในส่วนของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) กำหนดในเซลล์ $I$14 โดยใช้สูตรดังนี้

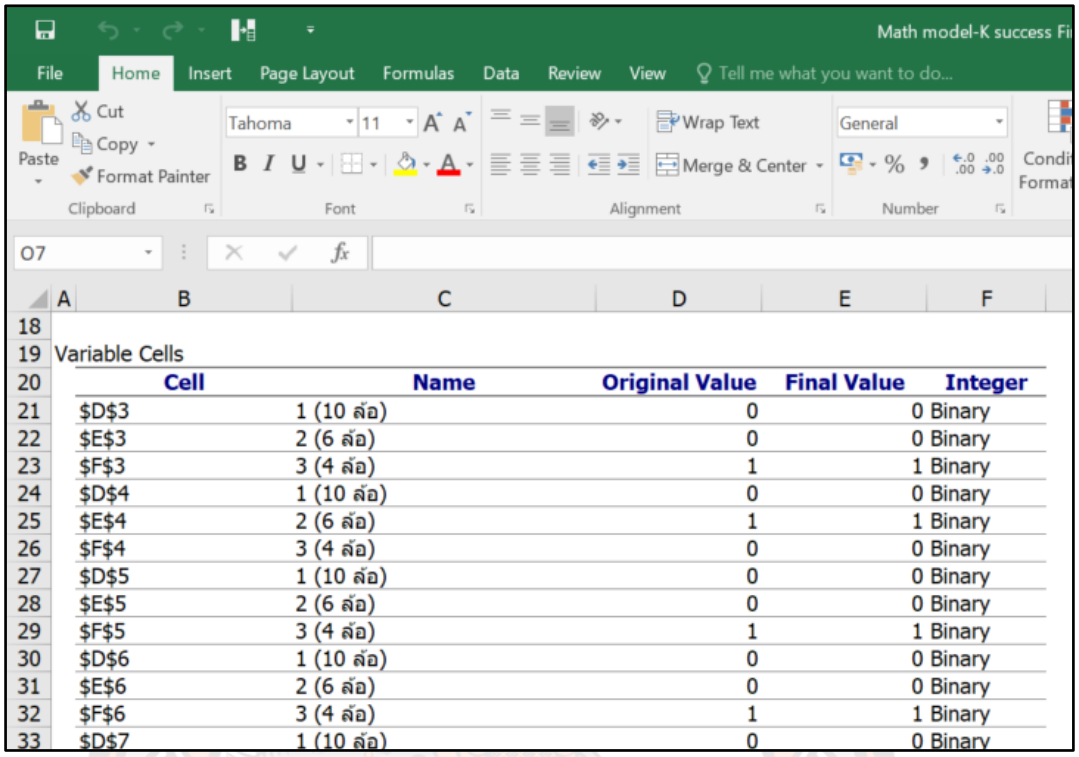
=SUMPRODUCT(D3:F10,D18:F25)+(H11*12.45)

ซึ่งเป็นสูตรการหาต้นทุนที่ต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต้นทุนการขนส่งจากพื้นที่ปลูกที่พิจารณาและต้นทุนการรับซื้อต้นข้าวโพด

สำหรับรายละเอียดของผลลัพธ์ด้านตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables) ในลักษณะของรายงานผลคำตอบ ดังภาพ 26 แสดงรายละเอียดของตัวแปรการตัดสินใจแต่ละตัวแปรว่ามีการเลือกหรือไม่เลือก เนื่องจากกำหนดตัวแปรการตัดสินใจเป็นแบบ Binary หากเลือกจะแสดงผลลัพธ์ คือ 1 และหากไม่เลือกจะแสดงผลลัพธ์ คือ 0 อีกทั้งยังมีการแสดงรายละเอียดของเงื่อนไขข้อบังคับที่กำหนดได้ ดังภาพ 27

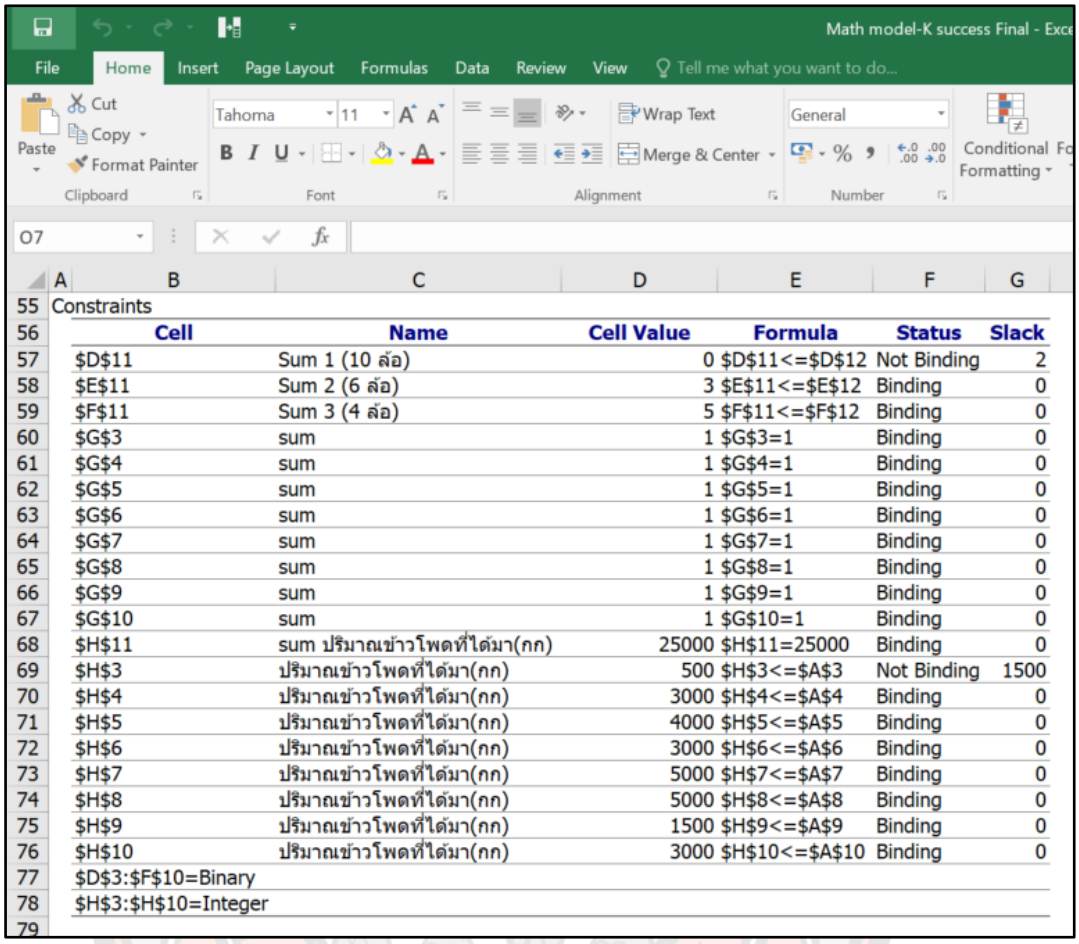


ภาพ 25 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของฟังก์ชันวัตถุประสงค์



	A	B	C	D	E	F
18						
19	Variable Cells					
20		Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
21		$D$3	1 (10 ล้อ)	0	0	Binary
22		$E$3	2 (6 ล้อ)	0	0	Binary
23		$F$3	3 (4 ล้อ)	1	1	Binary
24		$D$4	1 (10 ล้อ)	0	0	Binary
25		$E$4	2 (6 ล้อ)	1	1	Binary
26		$F$4	3 (4 ล้อ)	0	0	Binary
27		$D$5	1 (10 ล้อ)	0	0	Binary
28		$E$5	2 (6 ล้อ)	0	0	Binary
29		$F$5	3 (4 ล้อ)	1	1	Binary
30		$D$6	1 (10 ล้อ)	0	0	Binary
31		$E$6	2 (6 ล้อ)	0	0	Binary
32		$F$6	3 (4 ล้อ)	1	1	Binary
33		$D$7	1 (10 ล้อ)	0	0	Binary

ภาพ 26 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของตัวแปรการตัดสินใจ



Math model-K success Final - Exce

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Tell me what you want to do...

Cut Copy Format Painter Paste Clipboard | Tahoma 11 Font | Wrap Text Merge & Center Alignment | General Number | Conditional Formatting

O7

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
$D$11	Sum 1 (10 ล้อ)	0	$D$11<=$D$12	Not Binding	2
$E$11	Sum 2 (6 ล้อ)	3	$E$11<=$E$12	Binding	0
$F$11	Sum 3 (4 ล้อ)	5	$F$11<=$F$12	Binding	0
$G$3	sum	1	$G$3=1	Binding	0
$G$4	sum	1	$G$4=1	Binding	0
$G$5	sum	1	$G$5=1	Binding	0
$G$6	sum	1	$G$6=1	Binding	0
$G$7	sum	1	$G$7=1	Binding	0
$G$8	sum	1	$G$8=1	Binding	0
$G$9	sum	1	$G$9=1	Binding	0
$G$10	sum	1	$G$10=1	Binding	0
$H$11	sum ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	25000	$H$11=25000	Binding	0
$H$3	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	500	$H$3<=$A$3	Not Binding	1500
$H$4	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	3000	$H$4<=$A$4	Binding	0
$H$5	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	4000	$H$5<=$A$5	Binding	0
$H$6	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	3000	$H$6<=$A$6	Binding	0
$H$7	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	5000	$H$7<=$A$7	Binding	0
$H$8	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	5000	$H$8<=$A$8	Binding	0
$H$9	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	1500	$H$9<=$A$9	Binding	0
$H$10	ปริมาณข้าวโพดที่ได้มา(กก)	3000	$H$10<=$A$10	Binding	0

$D$3:$F$10=Binary

$H$3:$H$10=Integer

ภาพ 27 การจับภาพหน้าจอรายงานผลลัพธ์ (Answer Report) ในส่วนของเงื่อนไขข้อจำกัด

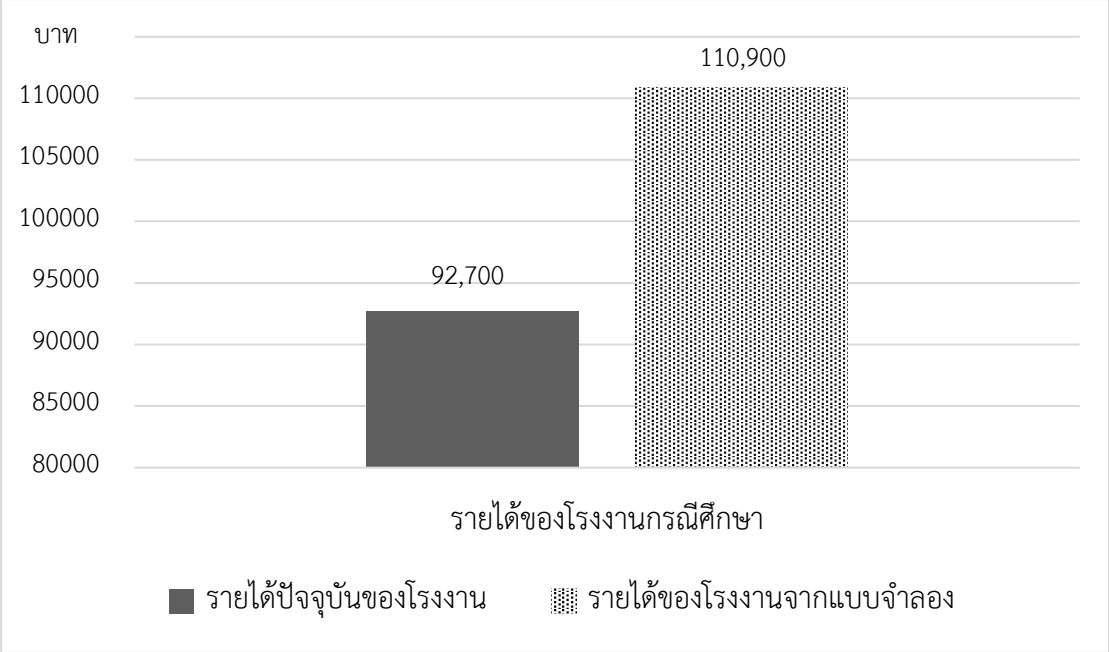
แผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver

แผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Excel Solver สำหรับโรงงานกรณีศึกษาสรุปได้ดังนี้

แผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดแบบเดิม พบว่า โรงงานกรณีศึกษามีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) ในปริมาณไม่เกิน 15,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยรับซื้อในบริเวณใกล้โรงงาน ระยะทางไม่เกิน 5 กิโลเมตร และการขนส่งต้นข้าวโพดสดทางโรงงานไม่มีการจัดตารางการเดินรถในการเข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดจากเกษตรกร พบว่า ในการรับซื้อต้นข้าวโพดสดบริเวณใกล้โรงงานมีต้นทุน

การขนส่งของยานพาหนะอยู่ที่ 328.3 บาท ซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำ โดยในการแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิมส่งผลให้โรงงานประสบปัญหาด้านปริมาณต้นข้าวโพดสดไม่เพียงพอต่อการผลิตของโรงงานเนื่องจากปัจจุบันพื้นที่ใกล้โรงงานมีข้าวโพดในปริมาณไม่มากพอ และบางฤดูกาลในพื้นที่ประสบภัยแล้งทำให้ไม่มีต้นข้าวโพดส่งให้กับทางโรงงาน ส่งผลให้การผลิตหยุดชะงัก

การออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดจากผลของงานวิจัยที่ถูกนำเสนอขึ้นนี้ พบว่า โรงงานกรณีศึกษามีปริมาณต้นข้าวโพดสดที่ใช้ในการผลิตมากขึ้น โดยผู้วิจัยเสนอให้ขยายพื้นที่การรับซื้อต้นข้าวโพดสดเพิ่มมากขึ้น ขอบเขตการขยายพื้นที่การรับซื้อมีระยะทางไม่เกิน 100 กิโลเมตรจากโรงงาน พบว่า มีพื้นที่ครอบคลุม 2 จังหวัด ประกอบไปด้วยจังหวัดสุโขทัย และจังหวัดกำแพงเพชร มีทั้งหมด 8 อำเภอ ซึ่งจังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอบ้านด่านลานหอย อำเภอกงไกลาศ อำเภอศรีรมาศ อำเภอศรีสำโรง และอำเภอสวรรคโลก ส่วนจังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย อำเภอพรานกระต่าย และอำเภอลานกระบือ เมื่อมีการรับซื้อต้นข้าวโพดสดในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้ทางโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนได้ในปริมาณมากขึ้น โดยแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิมโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน สามารถมีรายได้จากการจำหน่ายได้ 66,700 บาท และผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 10 ก้อนต่อวัน สามารถมีรายได้จากการจำหน่ายได้ 26,000 บาท โดยรวมแล้วทางโรงงานมีรายได้จากการจำหน่ายข้าวโพดทั้งสองขนาด คือ 92,700 บาทต่อวัน เมื่อมีการออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดจากผลของงานวิจัยที่ถูกนำเสนอขึ้นนี้ พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณการผลิตแบบเต็มความสามารถ (Max Capacity) ในการผลิตของเครื่องอัดขนาดเล็ก ทำให้โรงงานมีรายได้จากการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 66,700 บาท และสามารถทำการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิม 10 ก้อนต่อวัน เป็น 17 ก้อนต่อวัน ทำให้โรงงานมีรายได้จากการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่เพิ่มขึ้น จากเดิม 26,000 บาท เป็น 44,200 บาท รวมแล้วโรงงานมีรายได้จากการจำหน่ายข้าวโพดทั้งสองขนาด คือ 110,900 บาทต่อวัน ซึ่งช่วยทำให้โรงงานมีรายได้เพิ่มขึ้น 18,200 บาทต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 19.63 แสดงดังภาพ 28



ภาพ 28 การเปรียบเทียบรายได้ของโรงงานกรณีศึกษา

5) การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

เมื่อทราบผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองแล้ว การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) เป็นส่วนที่สำคัญมาก เพื่อศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่าหรือพารามิเตอร์ (Parameters) ของแบบจำลอง เนื่องจากคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่ได้รับในแบบจำลองนั้น เป็นคำตอบที่เกิดจากการประมาณค่าพารามิเตอร์บางตัวหรือเป็นพารามิเตอร์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น ซึ่งในความเป็นจริงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป ค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตัวแปรทราบค่า สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

งานวิจัยนี้ได้เลือกพิจารณาตัวแปรทราบค่าหรือพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อต้นทุนการดำเนินการของโรงงานกรณีศึกษา อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกต้นข้าวโพดเพื่อจำหน่ายแก่โรงงานอีกด้วย นั่นคือ ตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนรับซื้อต้นข้าวโพดสด และตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด โดยมี

การปรับเพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการรับซื้อต้นข้าวโพดสด แสดงดังตาราง 7 และตาราง 8

โดยมีการสรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านราคาการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด ประกอบด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ แสดงดังตาราง 9 ตาราง ถึง ตาราง 11 ตามลำดับ

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านราคารับซื้อต้นข้าวโพดสด

การเปลี่ยนแปลงของราคา (+ เพิ่มขึ้น และ – ลดลง)	**ราคารับซื้อต้นข้าวโพดสด (บาท/กิโลกรัม)**	**ปริมาณความต้องการต้นข้าวโพดสด (กิโลกรัม)**	**ต้นทุนการรับซื้อต้นข้าวโพดสดที่เกิดขึ้น (บาท)**
+10	22.45	25,000.00	561,250.00
+8	20.45	25,000.00	511,250.00
+6	18.45	25,000.00	461,250.00
+4	16.45	25,000.00	411,250.00
+2	14.45	25,000.00	361,250.00
ราคาปัจจุบันที่กำหนดในแบบจำลอง	**12.45**	**25,000.00**	**311,250.00**
-2	10.45	25,000.00	261,250.00
-4	8.45	25,000.00	211,250.00
-6	6.45	25,000.00	161,250.00
-8	4.45	25,000.00	111,250.00
-10	2.45	25,000.00	61,250.00

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด

การเปลี่ยนแปลงของราคา (+ เพิ่มขึ้น และ - ลดลง)	ราคาการขนส่งด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด (บาท/กิโลเมตร)		
	รถบรรทุก 4 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ
.+10	18.16	22.57	27.5
.+8	16.16	20.57	25.5
.+6	14.16	18.57	23.5
.+4	12.16	16.57	21.5
.+2	10.16	14.57	19.5
ราคาปัจจุบันที่กำหนดในแบบจำลอง	**8.16**	**12.57**	**17.5**
.-2	6.16	10.57	15.5
.-4	4.16	8.57	13.5
.-6	2.16	6.57	11.5
.-8	0.16	4.57	9.5
.-10	-1.84	2.57	7.5

ตาราง 9 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ

ต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ (บาท)											
พื้นที่รับซื้อต้นข้าวโพดสด	ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)	ต้นทุนการขนส่งด้วยยานพาหนะแต่ละชนิด (บาท)									
		+10	+8	+6	+4	+2	-2	-4	-6	-8	-10
อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย	68.2	1238.51	1102.11	965.71	829.31	692.91	420.11	283.71	147.31	10.91	-125.49
อ.บ้านด่านลานหอย จ.สุโขทัย	42	762.72	678.72	594.72	510.72	426.72	258.72	174.72	90.72	6.72	-77.28
อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย	43.5	789.96	702.96	615.96	528.96	441.96	267.96	180.96	93.96	6.96	-80.04
อ.ศรีมาศ จ.สุโขทัย	51.3	931.61	829.01	726.41	623.81	521.21	316.01	213.41	110.81	8.21	-94.39
อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย	5	90.80	80.80	70.80	60.80	50.80	30.80	20.80	10.80	0.80	-9.20
อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	26.5	481.24	428.24	375.24	322.24	269.24	163.24	110.24	57.24	4.24	-48.76
อ.พรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร	97.9	1777.86	1582.06	1386.26	1190.46	994.66	603.06	407.26	211.46	15.66	-180.14
อ.ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร	85.9	1559.94	1388.14	1216.34	1044.54	872.74	529.14	357.34	185.54	13.74	-158.06

ต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ (บาท)

พื้นที่รับซื้อต้นข้าวโพดสด

ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)

ต้นทุนการขนส่งด้วยยานพาหนะแต่ละชนิ

.+10 .+8 .+6 .+4 .+2

ตารตาราง 10 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ

ต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุก 6 ล้อ (บาท)											
พื้นที่รับซื้อต้นข้าวโพดสด	ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท)									
		.+10	.+8	.+6	.+4	.+2	.-2	.-4	.-6	.-8	.-10
อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย	68.2	1539.27	1402.87	1266.47	1130.07	993.67	720.87	584.47	448.07	311.67	175.27
อ.บ้านด่านลานหอย จ.สุโขทัย	42	947.94	863.94	779.94	695.94	611.94	443.94	359.94	275.94	191.94	107.94
อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย	43.5	981.80	894.80	807.80	720.80	633.80	459.80	43.50	285.80	198.80	111.80
อ.ศรีมาศ จ.สุโขทัย	51.3	1157.84	1055.24	952.64	850.04	747.44	542.24	439.64	337.04	234.44	131.84
อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย	5	112.85	102.85	92.85	82.85	72.85	52.85	42.85	32.85	22.85	12.85
อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	26.5	598.11	545.11	492.11	439.11	386.11	280.11	227.11	174.11	121.11	68.11
อ.พรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร	97.9	2209.60	2013.80	1818.00	1622.20	1426.40	1034.80	839.00	643.20	447.40	251.60
อ.ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร	85.9	1938.76	1766.96	1595.16	1423.36	1251.56	907.96	736.16	564.36	392.56	220.76

ตารตาราง 11 สรุปการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปรทราบค่าด้านต้นทุนการขนส่งข้าวโพดสดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงานด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ

ต้นทุนการขนส่งด้วยรถบรรทุก 10 ล้อ (บาท)											
พื้นที่รับซื้อต้นข้าวโพดสด	ระยะทางจากโรงงาน (กิโลเมตร)	ต้นทุนการขนส่ง (บาท)									
		+10	+8	+6	+4	+2	-2	-4	-6	-8	-10
อ.ศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย	68.2	1875.50	1739.10	1602.70	1466.30	1329.90	1057.10	920.70	784.30	647.90	511.50
อ.บ้านด่านลานหอย จ.สุโขทัย	42	1155.00	1071.00	987.00	903.00	819.00	651.00	567.00	483.00	399.00	315.00
อ.กงไกรลาศ จ.สุโขทัย	43.5	1196.25	1109.25	1022.25	935.25	848.25	674.25	587.25	500.25	413.25	326.25
อ.ศรีรมาศ จ.สุโขทัย	51.3	1410.75	1308.15	1205.55	1102.95	1000.35	795.15	692.55	589.95	487.35	384.75
อ.ศรีสำโรง จ.สุโขทัย	5	137.50	127.50	117.50	107.50	97.50	77.50	67.50	57.50	47.50	37.50
อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย	26.5	728.75	675.75	622.75	569.75	516.75	410.75	357.75	304.75	251.75	198.75
อ.พรานกระต่าย จ.กำแพงเพชร	97.9	2692.25	2496.45	2300.65	2104.85	1909.05	1517.45	1321.65	1125.85	930.05	734.25
อ.ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร	85.9	2362.25	2190.45	2018.65	1846.85	1675.05	1331.45	987.85	987.85	816.05	644.25

ผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์

1) ศึกษาปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการผลิตข้าวโพดอัดก้อนของโรงงานกรณีศึกษา ปัจจุบันมีเครื่องจักรเพื่อใช้ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน จำนวน 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ และ เครื่องอัดขนาดเล็ก เพื่อดำเนินการผลิตข้าวโพดอัดก้อนทั้งหมด 2 ขนาด ประกอบด้วย ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก และข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก 1 ก้อน ต้องใช้ต้นข้าวโพดสด จำนวน 80 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ 15 นาทีต่อก้อน ราคาในการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก คือ 2,900 บาทต่อก้อน และข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ 1 ก้อน ต้องใช้ต้นข้าวโพดสด จำนวน 700 กิโลกรัม ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต คือ 25 นาทีต่อก้อน ราคาในการจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ คือ 2,600 บาทต่อก้อน โดยราคาข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กจะมีราคาที่สูงกว่าข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ เนื่องจากในกระบวนการผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กทำยากกว่าข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ รวมถึงเวลาใช้เวลาผลิตนานกว่า รายละเอียดของเครื่องจักรแต่ละเครื่องที่มีอยู่ของโรงงานแสดงดังตาราง 3 ในบทที่ 3 ในปัจจุบันเวลาในการดำเนินของโรงงานกรณีศึกษา มีเวลาปฏิบัติงาน คือ 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 น. จนถึง 16.00 น.

2) การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

สำหรับผลงานวิจัยในส่วนของการพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ งานวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญที่อรรถประโยชน์การใช้งานของเครื่องจักร (Machine Utilization) ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพด ด้วยการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมการจำลอง FlexSim โดยแบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตอีก 5 สถานการณ์ที่เป็นไปได้เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 สถานการณ์ (Scenarios) ในการจำลองลักษณะต่าง ๆ

Scenarios	Characteristics		ปริมาณต้นข้าวโพดสด (กิโลกรัม/วัน)
	Small MC	Large MC	
1 (Current Situation)	1	1	15,000
2	1	1	25,000
3	1	-	25,000
4	-	1	25,000
5	-	2	25,000
6	1	2	25,000

จากตาราง 12 แสดงสถานการณ์ (Scenarios) ในการจำลองลักษณะต่าง ๆ ทั้งที่เป็นปัจจุบันและมีการปรับลด และเพิ่มเครื่องจักรในกระบวนการผลิตตามกลยุทธ์ของการผลิตที่เป็นไปได้อีก 5 สถานการณ์ สำหรับการผลิตข้าวโพดอัดก้อนของโรงงานกรณีศึกษา ปัจจุบันมีเครื่องจักรเพื่อใช้ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน จำนวน 2 เครื่อง ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก (Small MC) และเครื่องอัดขนาดใหญ่ (Large MC) เพื่อดำเนินการผลิตข้าวโพดอัดก้อนทั้งหมด 2 ขนาด ประกอบด้วย ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็ก และข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงได้จำลองสถานการณ์ มีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) ปริมาณเดิม คือ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน

สำหรับสถานการณ์ที่ 2 ถึง สถานการณ์ที่ 6 เป็นการจำลองในลักษณะที่มีการเพิ่มการรับซื้อเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัม เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ มีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ที่ 2 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

สถานการณ์ที่ 3 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

สถานการณ์ที่ 4 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

สถานการณ์ที่ 5 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

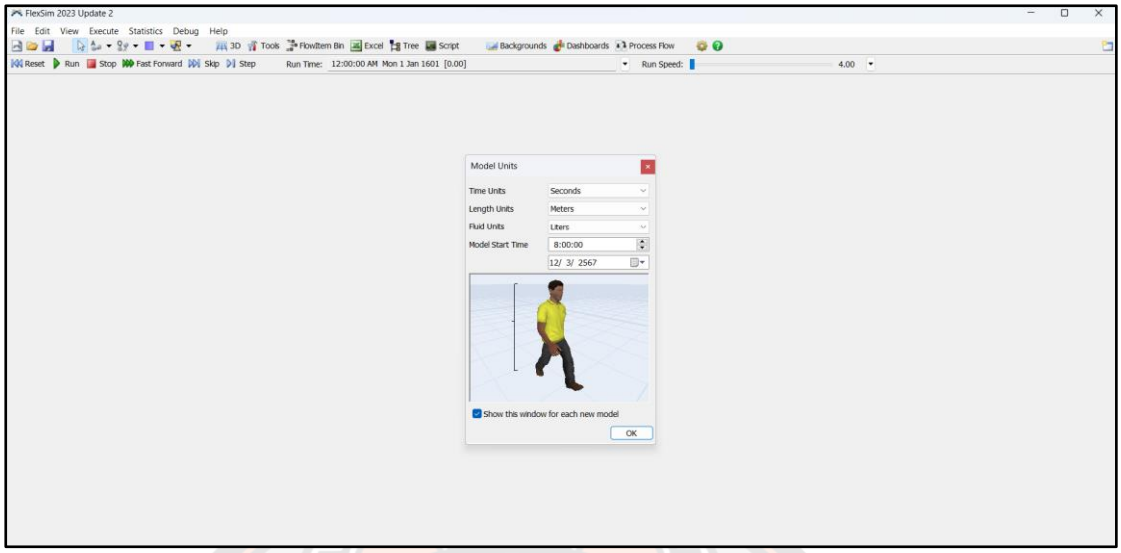
สถานการณ์ที่ 6 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน

3) การประยุกต์ใช้โปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์

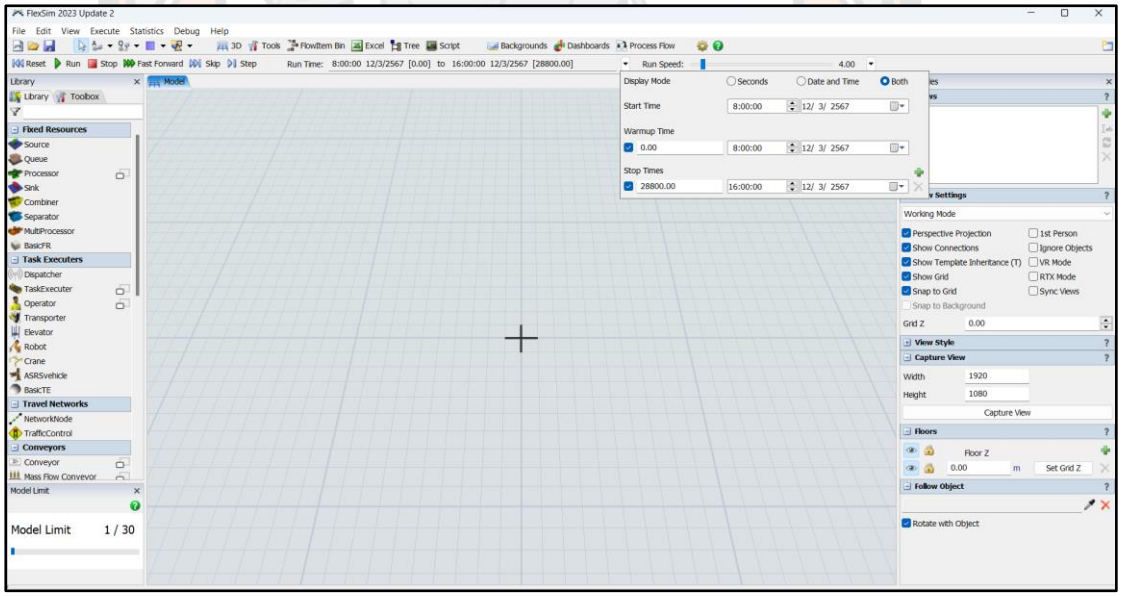
การประยุกต์ใช้โปรแกรมการจำลอง FlexSim เพื่อจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตอีก 5 สถานการณ์ที่เป็นไปได้ มีรายละเอียดดังนี้

การตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม FlexSim เมื่อเปิดโปรแกรมการจำลอง FlexSim ขึ้นมาครั้งแรก จะต้องมีการกำหนดหน่วยเวลา (Time Units) หน่วยความยาว (Length Units) หน่วยของการไหลในกระบวนการผลิต (Fluid Units) และเวลาเริ่มต้นของแบบจำลอง (Model Start Time) ซึ่งก่อนการเริ่มทำการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ผู้ใช้งานควรกำหนดหน่วยการตั้งค่าเริ่มต้นโปรแกรม FlexSim ให้ชัดเจน ดังภาพ 29

หลังจากนั้นจะเป็นการตั้งค่าเวลาการดำเนินงานโปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์ โดยสามารถกำหนดเวลาเริ่มต้นในการผลิต (Warmup Time) และเวลาสิ้นสุดในการผลิต (Stop Time) เพื่อให้การจำลองมีความสมเหตุสมผลกับกระบวนการผลิตจริงของโรงงานกรณีศึกษาได้ ดังภาพ 30 ซึ่งถือเป็นการตั้งค่าเบื้องต้นการทำงานของโปรแกรม เมื่อทำการตั้งค่าเริ่มต้นทั้ง 2 ส่วนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการจำลองสถานการณ์ทั้ง 6 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน และสถานการณ์ที่ 2 ถึง สถานการณ์ที่ 6 เป็นสถานการณ์ที่ผู้วิจัยออกแบบและจำลองเพื่อนำมาเปรียบเทียบผลกับสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน ซึ่งการจำลองสถานการณ์แต่ละแบบมีรายละเอียดดังนี้



ภาพ 29 การตั้งค่าเริ่มต้นโปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์



ภาพ 30 การตั้งค่าเวลาการดำเนินงานโปรแกรม FlexSim ในการจำลองสถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) ปริมาณเดิม คือ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที แสดงดังภาพ 31

สถานการณ์ที่ 2

สถานการณ์ที่ 2 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ซึ่งสถานการณ์ที่ 2 มีจำนวนเครื่องอัดเหมือนกับสถานการณ์ที่ 1 (สถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน) แต่ในสถานการณ์นี้จะเป็นการเพิ่มปริมาณการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที แสดงดังภาพ 32

สถานการณ์ที่ 3

สถานการณ์ที่ 3 เป็นสถานการณ์ที่จำลองการปรับลดเครื่องอัดลง โดยจำลองให้มีเครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และสถานการณ์นี้จำลองให้โรงงานไม่ใช้เครื่องอัดขนาดใหญ่ในการผลิต โดยสถานการณ์นี้จะเป็นการเพิ่มปริมาณการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ด้วยการใช้เครื่องอัดขนาดเล็กเพื่อทำการผลิตเท่านั้น ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน แสดงดังภาพ 33

สถานการณ์ที่ 4

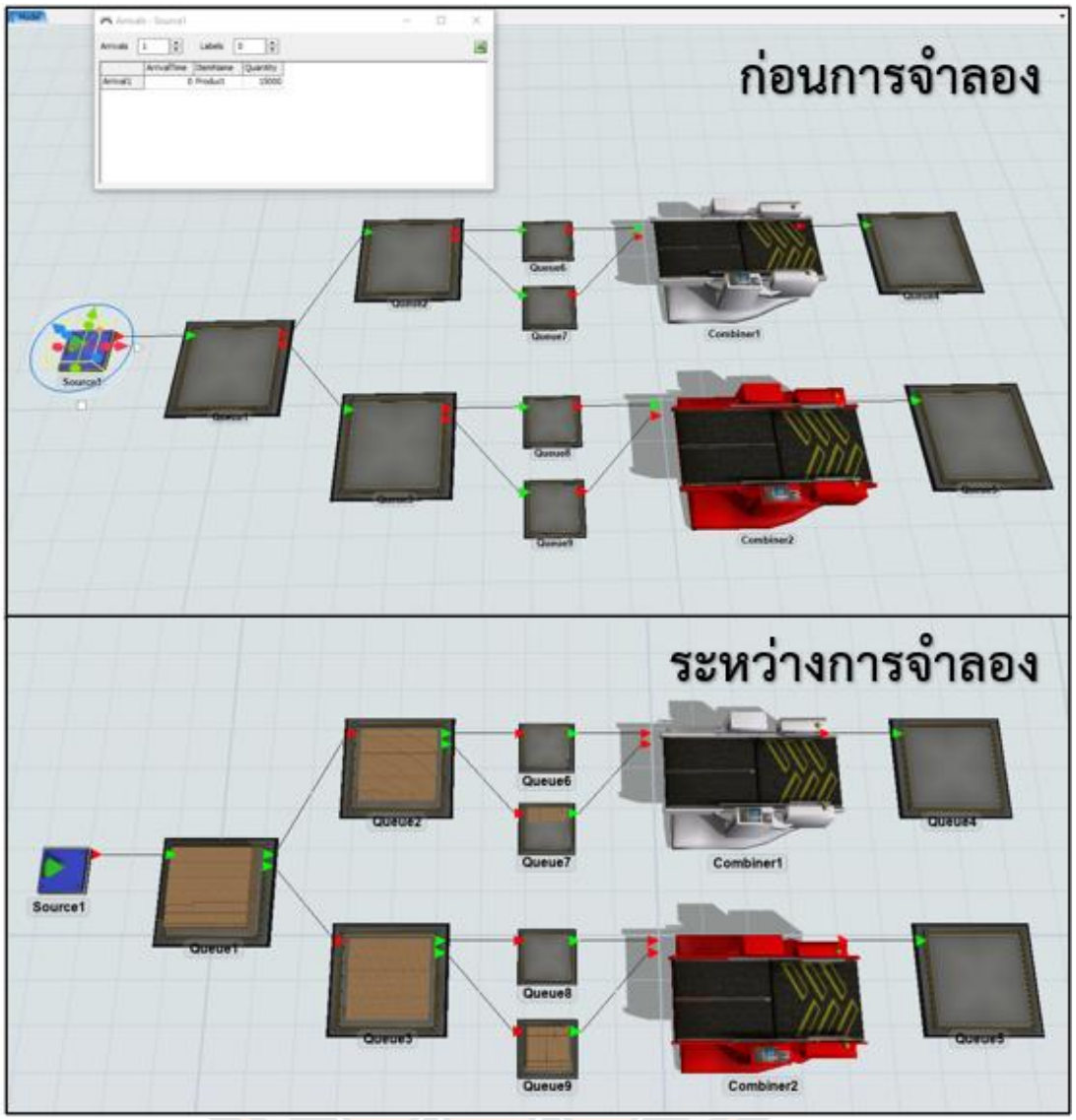
สถานการณ์ที่ 4 เป็นสถานการณ์ที่จำลองการปรับลดเครื่องอัดลง โดยจำลองให้มีเครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง โดยสถานการณ์นี้จำลองให้โรงงานไม่ใช้เครื่องอัดขนาดเล็กในการผลิต โดยสถานการณ์นี้จะเพิ่มปริมาณการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ด้วยการใช้เครื่องอัดขนาดใหญ่เพื่อทำการผลิตเท่านั้น ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที แสดงดังภาพ 34

สถานการณ์ที่ 5

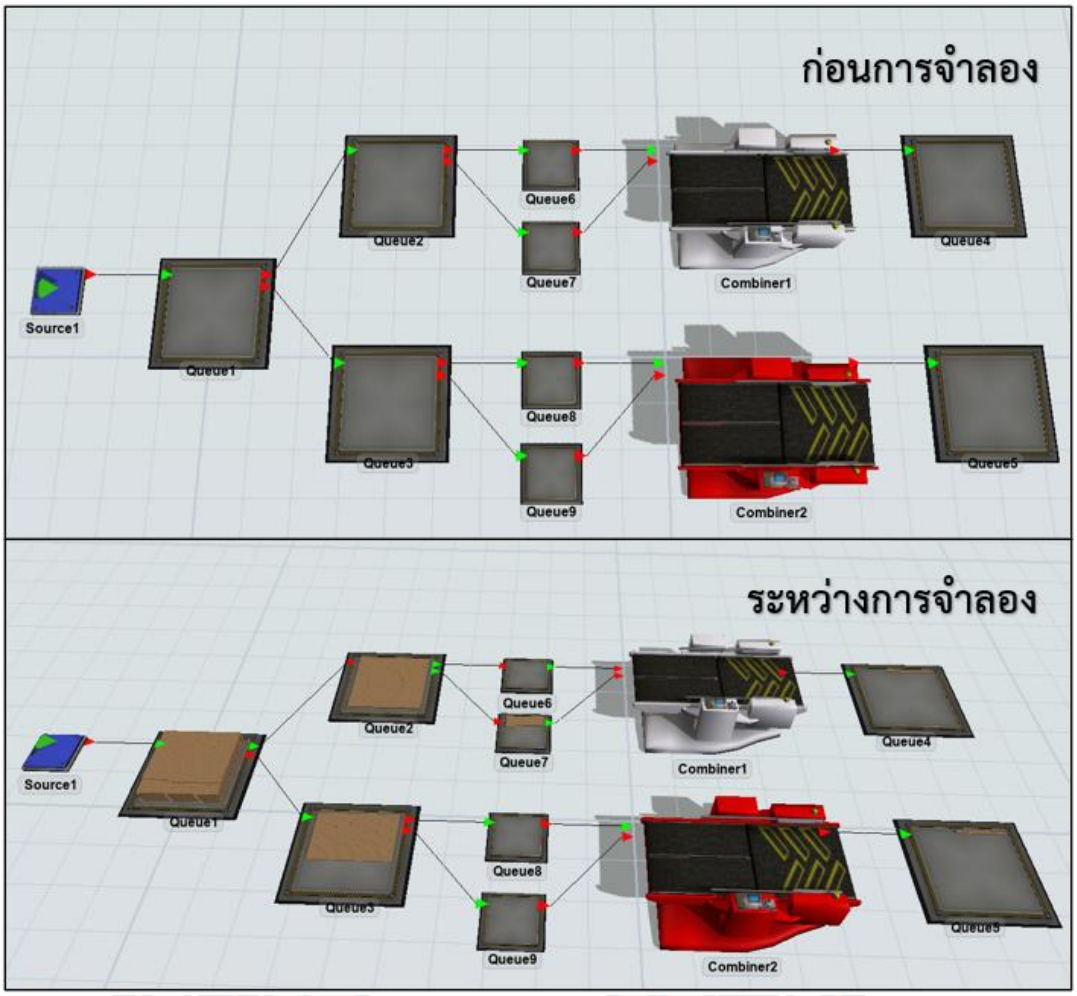
สถานการณ์ที่ 5 เป็นสถานการณ์ที่จำลองการปรับเพิ่มเครื่องอัดขนาดใหญ่จาก 1 เครื่อง เป็นเครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง โดยสถานการณ์นี้จำลองให้โรงงานไม่ใช้เครื่องอัดขนาดเล็กในการผลิต และปริมาณการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที แสดงดังภาพ 35

สถานการณ์ที่ 6

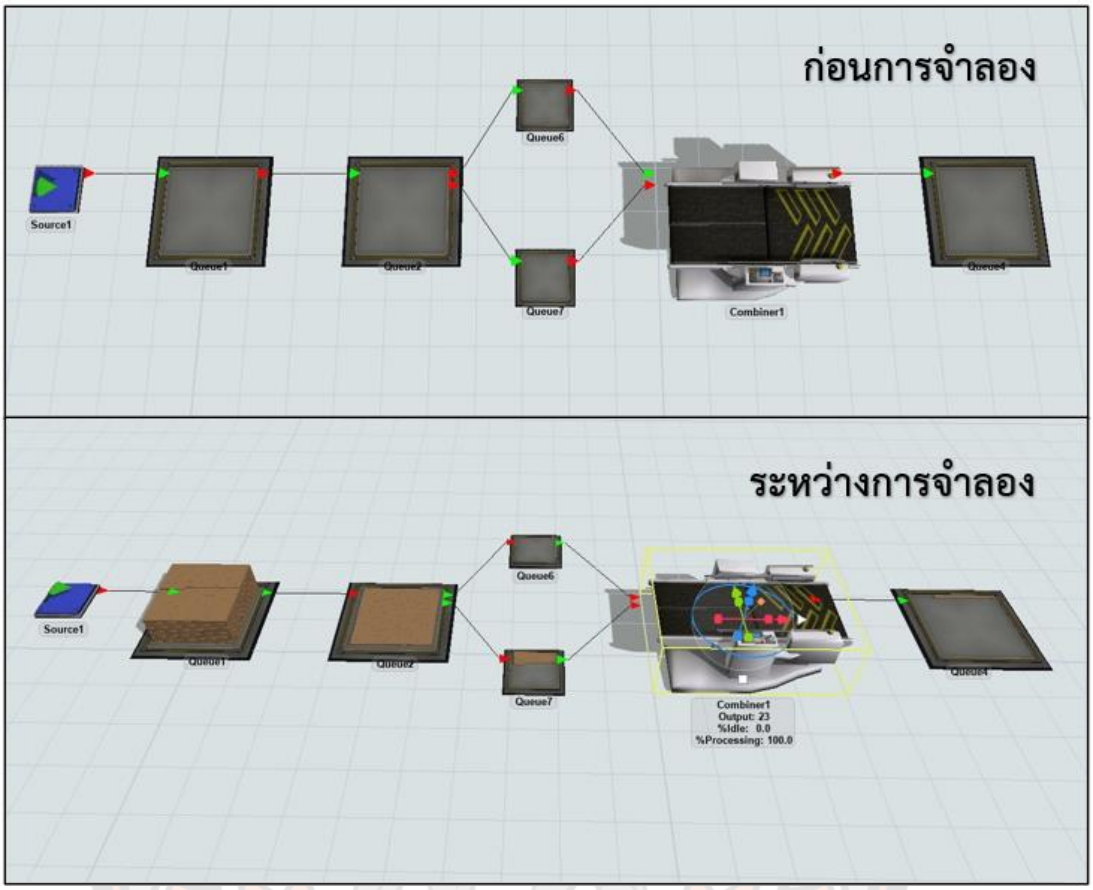
สถานการณ์ที่ 6 เป็นสถานการณ์ที่จำลองการปรับเพิ่มเครื่องอัดขนาดใหญ่จาก 1 เครื่อง โดยจำลองให้มีเครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และเครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง และปริมาณการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) จากเดิม 15,000 กิโลกรัมต่อวัน เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และเครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที แสดงดังภาพ 36



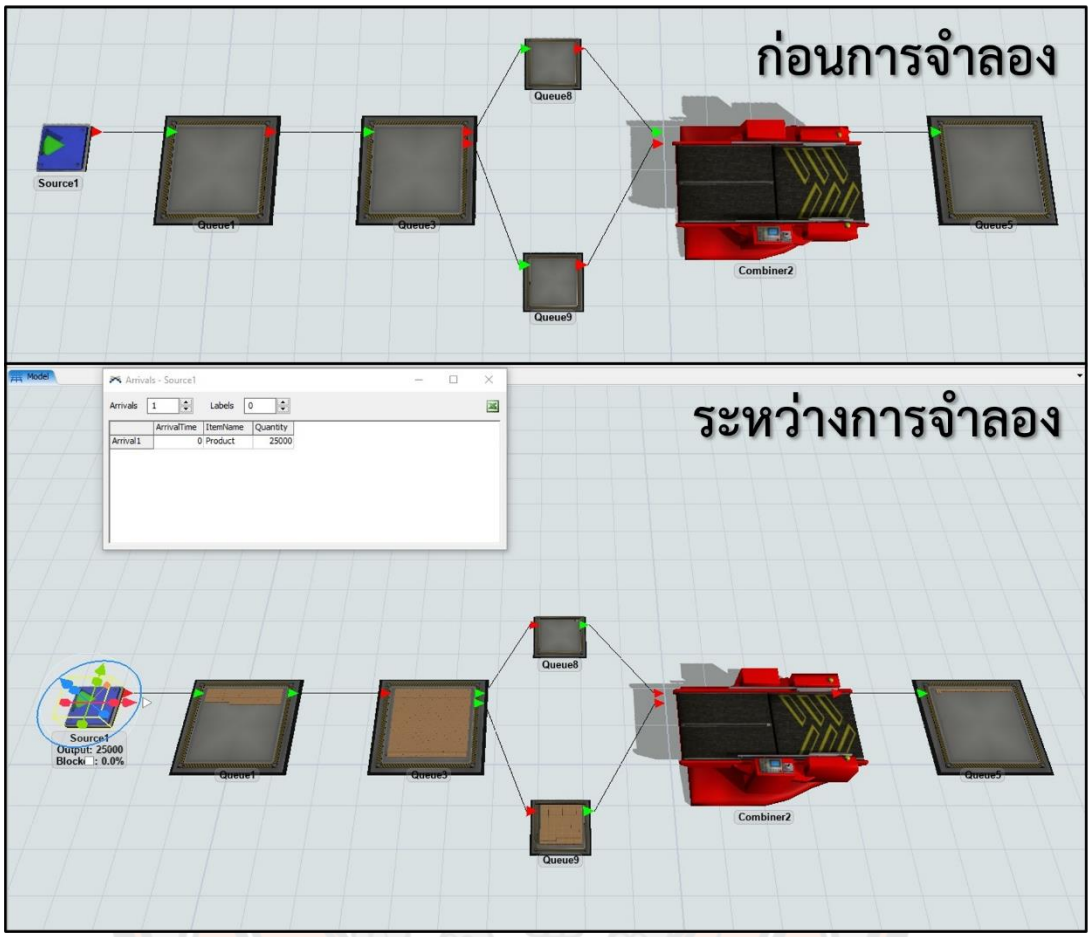
ภาพ 31 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 1



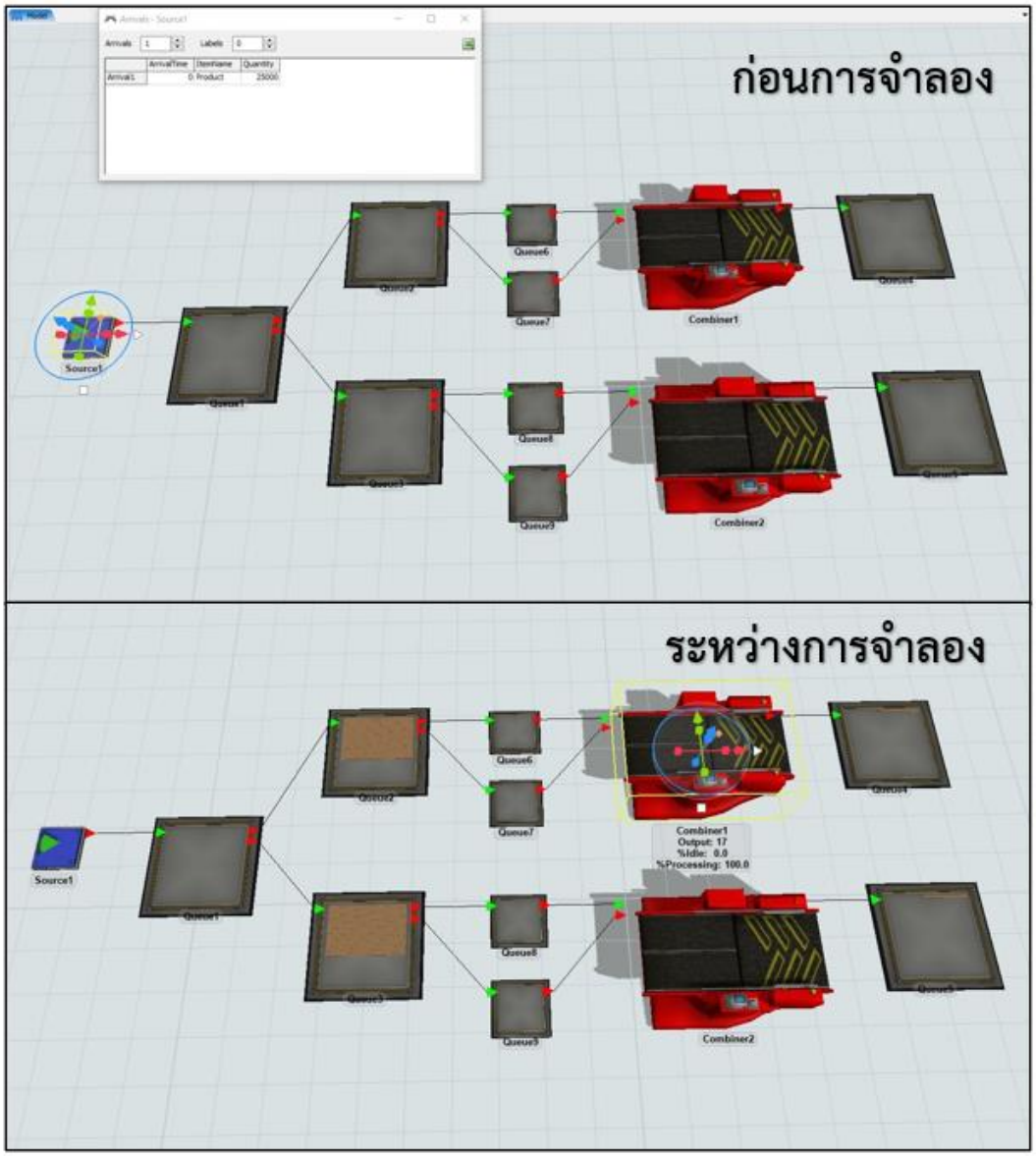
ภาพ 32 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 2



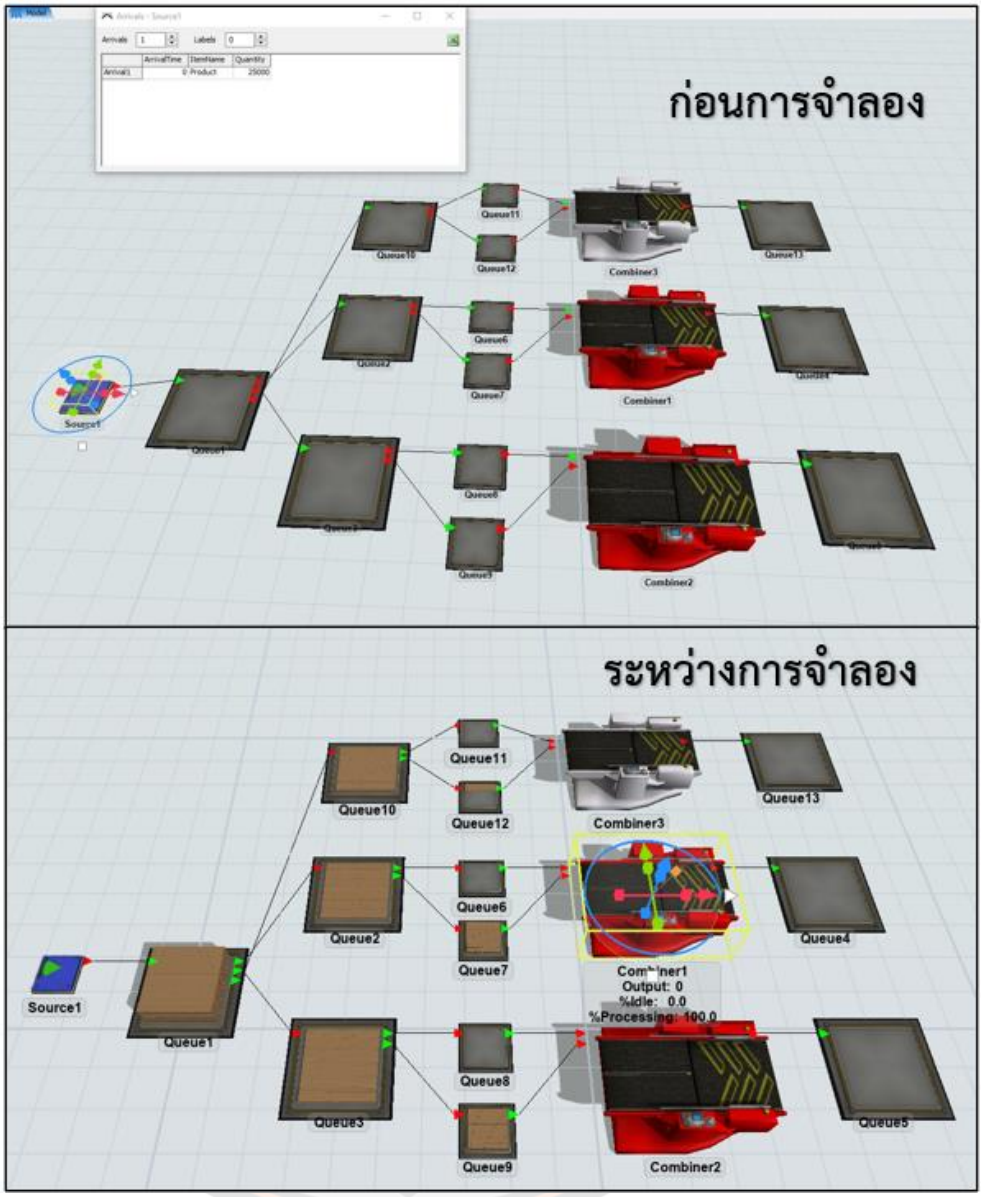
ภาพ 33 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 3



ภาพ 34 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 4



ภาพ 35 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 5



ภาพ 36 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม FlexSim สถานการณ์ที่ 6

4) การตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) และความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation)

การตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น โดยผู้สร้างต้องตรวจสอบการใส่ข้อมูลนำเข้า และตรรกะของแบบจำลองให้ถูกต้อง หากไม่ถูกต้องต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของเงื่อนไขของคำสั่งที่ใช้ในการเขียนควบคุมการทำงานของแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถทำได้โดย Run>Check Model หรือกด F4 ก่อนทำการประมวลผล (Run) และ 2) การตรวจสอบตรรกะ (Logic) เป็นการตรวจสอบตรรกะของตัวแบบจำลองเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาได้ทำงานตามที่ออกแบบไว้

ความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation) เป็นขั้นตอนในการปรับค่าต่างๆ ของแบบจำลองซ้ำไปซ้ำมา แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากระบบจริง ซึ่งได้ค่าที่ใกล้เคียงกันและยอมรับได้ทางสถิติ เพื่อให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือที่ยอมรับได้

ในการตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจากการลงพื้นที่สำรวจ (Survey) และการสัมภาษณ์เชิงลึกโรงงานกรณีศึกษา พบว่า โรงงานมีเครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 15,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที ในหนึ่งวันโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน และสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 10 ก้อนต่อวัน โดยในการจำลองสถานการณ์ปัจจุบันโดยใช้โปรแกรม FlexSim ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่เก็บได้มาใช้ในการวิเคราะห์ พบว่าผลการผลิตข้าวโพดอัดก้อนทั้ง 2 ขนาดมีความสอดคล้องและตรงกับข้อมูลที่เก็บได้จากโรงงานกรณีศึกษา จึงสามารถถูกใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการผลิตข้าวโพดอัดก้อนจริงได้ เพื่อนำไปทดลองกับสถานการณ์การจำลองการผลิตที่เป็นไปได้ เพื่อเป็นแนวทาง หรือทางเลือกในการตัดสินใจได้

5) ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ทั้งหมด 6 สถานการณ์ โดยสถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งในปัจจุบันโรงงานมีเครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และเครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่ใช้ในการผลิต และมีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) 15,000 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในสถานการณ์ที่ 2 ถึง สถานการณ์ที่ 6 เป็นสถานการณ์ที่จำลองการปรับลด และเพิ่มเครื่องอัดแต่ละประเภท และมีการรับเข้าวัตถุดิบที่เป็นต้นข้าวโพดสดเพิ่มขึ้นเป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ แสดงดังตาราง 13 รายละเอียดดังนี้

ตาราง 13 เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากแต่ละสถานการณ์

Scenarios	ผลลัพธ์ที่ได้ (Output)			
	บริบท	Small MC	Large MC #1	Large MC #2
1 (Current situation)	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)	23 ก้อน	10 ก้อน	
	% Idle	0%	75%	
	% Processing	100%	25%	
2	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)	23 ก้อน	17 ก้อน	
	% Idle	0%	57.5%	
	% Processing	100%	42.5%	
3	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)	23 ก้อน		
	% Idle	0%		
	% Processing	100%		
4	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)		35 ก้อน	
	% Idle		0%	
	% Processing		100%	
5	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)		17 ก้อน	17 ก้อน
	% Idle		0%	0%
	% Processing		100%	100%
6	จำนวนข้าวโพดอัดก้อน (ก้อน)	23 ก้อน	11 ก้อน	11 ก้อน
	% Idle	0%	72.5%	72.5%
	% Processing	100%	27.5%	27.5%

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองในแต่ละสถานการณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ด้วยการใช้โปรแกรม FlexSim โดยมีการวิเคราะห์สถานการณ์แต่ละสถานการณ์ตามบริบทต่าง ๆ ประกอบด้วย ผลลัพธ์ที่เป็นข้าวโพดอัดก้อนที่สามารถผลิตได้ หน่วยเป็นก้อน อัตราการว่างงานของเครื่องจักร (% Idle) และอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (% Process) ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 เป็นสถานการณ์ปัจจุบันของโรงงาน ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) ปริมาณเดิม คือ 15,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% ซึ่งถือได้ว่าเครื่องอัดขนาดเล็กมีการทำงานอย่างเต็มกำลังความสามารถที่มีอยู่ และสำหรับเครื่องอัดขนาดใหญ่ สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 10 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 75% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 25% ซึ่งถือว่า อัตถประโยชน์การใช้งานของเครื่องอัดขนาดใหญ่ยังถูกใช้งานอย่างไม่เต็มกำลังความสามารถในการผลิตข้าวโพดอัดก้อน เนื่องจากการดำเนินงานของโรงงานในปัจจุบันที่มีการรับซื้อต้นข้าวโพดสดเพียง 15,000 กิโลกรัมต่อวัน

สถานการณ์ที่ 2 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% ซึ่งถือได้ว่าเครื่องอัดขนาดเล็กมีการทำงานอย่างเต็มกำลังความสามารถที่มีอยู่ และสำหรับเครื่องอัดขนาดใหญ่ สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้เพิ่มมากขึ้น จากเดิม 10 ก้อนต่อวัน เป็น 17 ก้อนต่อวัน ทำให้เครื่องอัดขนาดใหญ่มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรลดลงเป็น 57.5% และมีอัตราการทำงานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 42.5% ซึ่งถือว่าอัตถประโยชน์การใช้งานของเครื่องอัดขนาดใหญ่มีเพิ่มมากขึ้น แต่ยังถูกใช้งานอย่างไม่เต็มกำลังความสามารถ โดยเครื่องอัดขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์

ของอัตราการทำงานของเครื่องจักรที่สูงกว่าสถานการณ์ที่ 1 กล่าวคือ จากเดิม คือ 25% เป็น 42.5% และมีอัตราการว่างงานของเครื่องอัดขนาดใหญ่ลดลงจากสถานการณ์ที่ 1 กล่าวคือ จากเดิม 75% เป็น 57.5% ซึ่งถือว่าอัตถประโยชน์การใช้งานของเครื่องอัดขนาดใหญ่ของสถานการณ์ที่ 2 ดีขึ้นจากสถานการณ์ที่ 1 เนื่องจากมีปริมาณของวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

สถานการณ์ที่ 3 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยสถานการณ์นี้กำหนดให้ใช้เครื่องอัดขนาดเล็กเพียงเครื่องเดียวเท่านั้นเพื่อทำการผลิต ซึ่งระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อนของเครื่องอัดขนาดเล็ก คือ 25 นาทีต่อก้อน ผลลัพธ์ที่ได้ คือ สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% ซึ่งถือว่าอัตถประโยชน์การใช้งานของเครื่องอัดขนาดเล็กนั้น สามารถทำงานได้อย่างเต็มกำลังความสามารถที่มีอยู่ แต่การเลือกใช้เครื่องอัดขนาดเล็กเพียงเครื่องเดียวก่อให้เกิดปัญหาด้านวัตถุดิบ ซึ่งเป็นต้นข้าวโพดสดคงเหลือเกิดขึ้น อีกทั้งยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ด้วย เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการข้าวโพดอัดก้อนทั้งสองขนาด

สถานการณ์ที่ 4 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยสถานการณ์นี้กำหนดให้ใช้เครื่องอัดขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียวเท่านั้นเพื่อทำการผลิต ซึ่งระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อนของเครื่องอัดขนาดใหญ่ คือ 15 นาที ผลลัพธ์ที่ได้ คือ สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 35 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% ซึ่งถือว่าอัตถประโยชน์การใช้งานของเครื่องอัดขนาดใหญ่ สามารถทำงานได้อย่างเต็มกำลังความสามารถที่มีอยู่ แต่การเลือกใช้เครื่องอัดขนาดใหญ่เพียงเครื่องเดียวสามารถก่อให้เกิดปัญหาด้านการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ ด้วย เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการข้าวโพดอัดก้อนทั้งสองขนาด

สถานการณ์ที่ 5 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที ผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า เครื่องอัดขนาดใหญ่เครื่องแรก สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 17 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% และเครื่องอัดขนาดใหญ่เครื่องที่สอง สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่

ได้ 17 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% เนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด

สถานการณ์ที่ 6 ประกอบด้วย เครื่องอัดขนาดเล็ก 1 เครื่อง และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง ที่มีการรับเข้าวัตถุดิบ (ต้นข้าวโพดสด) เป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยเครื่องอัดขนาดเล็ก ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 25 นาทีต่อก้อน และ เครื่องอัดขนาดใหญ่ ใช้ระยะเวลาการผลิตข้าวโพดอัดก้อน คือ 15 นาที ผลลัพธ์ที่ได้ คือ เครื่องอัดขนาดเล็ก สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 0% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 100% เครื่องอัดขนาดใหญ่ทั้ง 2 เครื่อง สามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 11 ก้อนต่อวัน มีอัตราการว่างงานของเครื่องจักรเป็น 72.5% อัตราการทำงานของเครื่องจักรเป็น 27.5% เนื่องจากปริมาณของวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งถือได้ว่าเป็นการลงทุนด้านเครื่องอัดขนาดใหญ่ที่เกินความจำเป็น

6) การเสนอทางเลือกสำหรับการผลิตอาหารสัตว์ที่เป็นไปได้

ผู้วิจัยมีการออกแบบทางเลือกสำหรับการผลิตอาหารสัตว์ที่เป็นไปได้ให้กับทางโรงงานกรณีศึกษาทั้งหมด 5 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละสถานการณ์ส่งผลต่อต้นทุน และรายได้ของโรงงานแตกต่างกันออกไป โดยสรุปได้ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1 เป็นแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม พบว่า โรงงานมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณไม่เกิน 15,000 กิโลกรัมต่อวัน โดยปัจจุบันโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 66,700 บาท และผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 10 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 26,000 บาท รวมโรงงานมีรายได้ 92,700 บาทต่อวัน

จากข้อมูลที่ได้ในการลงพื้นที่สำรวจข้อมูล และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับทางโรงงานผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาออกแบบเป็นแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ มีรายละเอียดดังนี้

สถานการณ์ที่ 2 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 66,700 บาท และผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 17 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 44,200 บาท รวมโรงงานมีรายได้ 110,900 บาทต่อวัน ซึ่งโรงงานจะมีรายได้

เพิ่มขึ้น 18,200 บาทต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม (สถานการณ์ที่ 1) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สถานการณ์ที่ 2 มีความเหมาะสม และโรงงานไม่ต้องลงทุนด้านเครื่องจักรเพิ่ม และโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนให้ลูกค้าได้ทั้ง 2 ขนาด ซึ่งการดำเนินการนั้นขึ้นอยู่กับผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจการตัดสินใจของโรงงานที่จะพิจารณาเลือกใช้

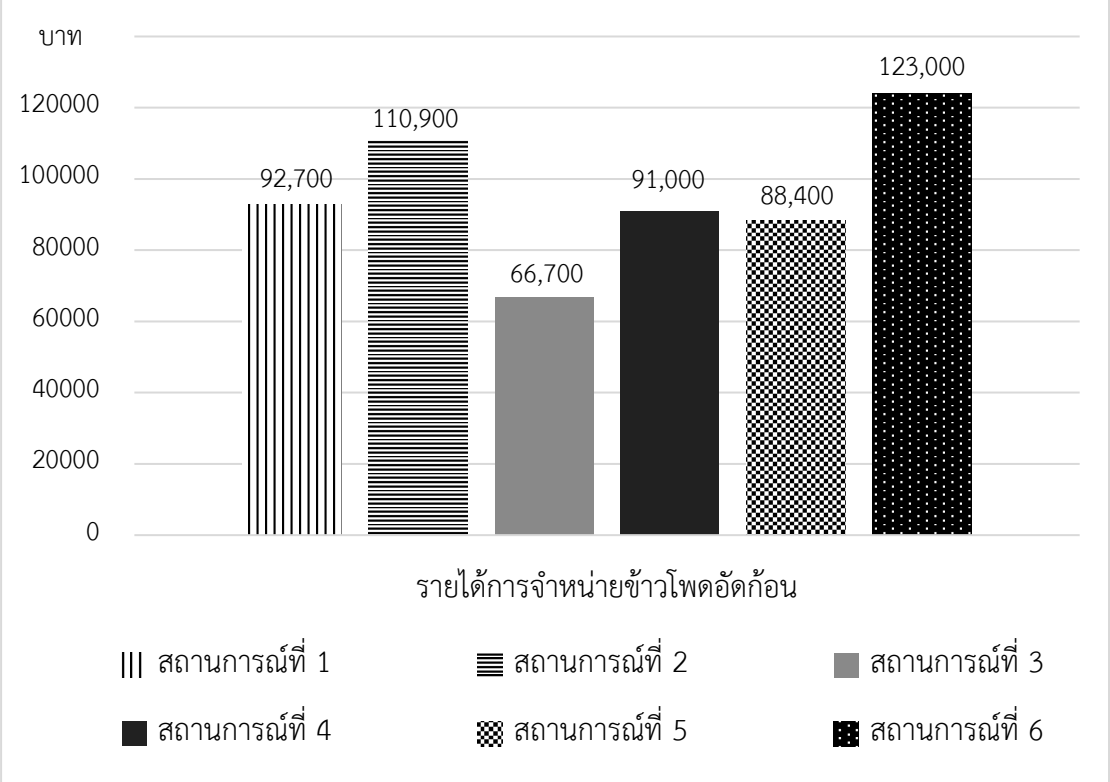
สถานการณ์ที่ 3 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ในสถานการณ์ที่ 3 มีการออกแบบให้โรงงานมีเครื่องอัดขนาดเล็กเพียง 1 เครื่อง พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 66,700 บาท ซึ่งโรงงานจะมีรายได้ลดลง 96,000 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม (สถานการณ์ที่ 1) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สถานการณ์ที่ 3 ไม่เหมาะสม เนื่องจากก่อให้เกิดปัญหาด้านวัตถุดิบคงเหลือ นั่นคือ ต้นข้าวโพดสด อีกทั้งลูกค้าส่วนใหญ่ของโรงงานมีความต้องการซื้อข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก ซึ่งการเลือกใช้สถานการณ์ที่ 3 นี้ อาจส่งผลทำให้โรงงานมีรายได้ลดลงและไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้

สถานการณ์ที่ 4 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ในสถานการณ์ที่ 4 มีการออกแบบให้โรงงานมีเครื่องอัดขนาดใหญ่เพียง 1 เครื่อง พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 35 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 91,000 บาท ซึ่งโรงงานจะมีรายได้ลดลง 1,700 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม (สถานการณ์ที่ 1) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สถานการณ์ที่ 4 ไม่เหมาะสม เนื่องจากลูกค้าบางส่วนของโรงงานที่เป็นเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย มีความต้องการซื้อข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กเพื่อเลี้ยงสัตว์ของตนเองที่มีไม่มาก ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องอัดข้าวโพดอัดก้อนเพียงขนาดเดียว อาจส่งผลทำให้โรงงานมีรายได้ลดลงและไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้

สถานการณ์ที่ 5 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ในสถานการณ์ที่ 5 มีการออกแบบให้โรงงานมีเครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง เพิ่มขึ้นจากเดิมที่มีอยู่เพียง 1 เครื่อง พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้ 34 ก้อนต่อวัน สามารถจำหน่ายได้ 88,400 บาท ซึ่งโรงงานจะมีรายได้ลดลง 4,300 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม (สถานการณ์ที่ 1) ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า สถานการณ์ที่ 5 ไม่เหมาะสม เนื่องจากลูกค้าบางส่วนของโรงงานที่เป็น

เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์รายย่อย มักซื้อข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กเพื่อเลี้ยงสัตว์ของตนเองที่มีไม่มาก อาจส่งผลทำให้โรงงานมีรายได้ลดลงและไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้

สถานการณ์ที่ 6 ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดที่เป็นไปได้ ซึ่งมีการรับเข้าต้นข้าวโพดสดในปริมาณ 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ในสถานการณ์ที่ 6 มีการออกแบบให้โรงงานมีเครื่องอัดขนาดเล็ก 1 และมีเครื่องอัดขนาดใหญ่ 2 เครื่อง พบว่า โรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กได้ 23 ก้อนต่อวัน จำหน่ายได้ 66,700 บาทต่อวัน และสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ได้เครื่องละ 11 ก้อนต่อวัน หน่ายได้ 57,200 บาทต่อวัน รวมโรงงานมีรายได้ 123,900 บาทต่อวัน ซึ่งโรงงานจะมีรายได้เพิ่มขึ้น 31,200 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสดเดิม (สถานการณ์ที่ 1) ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า สถานการณ์ที่ 6 มีความเหมาะสม เนื่องจากโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนให้ลูกค้าได้ทั้ง 2 ขนาด ซึ่งการดำเนินการนั้นขึ้นอยู่กับผู้บริหารหรือผู้มีอำนาจการตัดสินใจของโรงงานที่จะพิจารณาเลือกใช้



ภาพ 37 การเปรียบเทียบรายได้การจำหน่ายข้าวโพดอัดก้อนทั้ง 6 สถานการณ์

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

สรุปผลงานวิจัย

ในส่วนของการสรุปผลงานวิจัยนี้ สามารถสรุปผลงานวิจัยได้ 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) สรุปผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด และ 2) สรุปผลงานในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

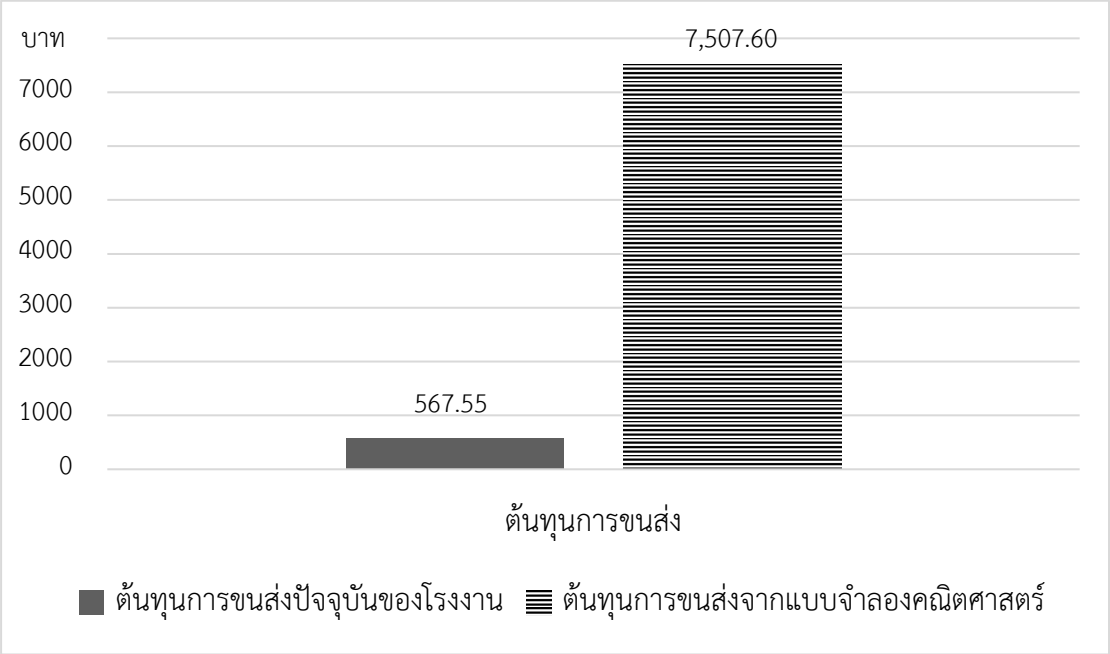
สรุปผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด

ในขั้นตอนของการสรุปผล เป็นการนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นนำมาแปรผลเพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังโรงงานกรณีศึกษาสู่การนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

จากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่ง Add-in ใน Microsoft Excel เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบ ด้วยการทดสอบกับข้อมูลจริงของโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลที่ได้ทำการศึกษารวบรวมมา ผลลัพธ์ที่ได้ พบว่า ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุด คือ 318,757.60 บาท ซึ่งแบ่งเป็นต้นทุนในการขนส่งต้นข้าวโพดจากพื้นที่ปลูกมายังโรงงาน คือ 7,507.60 บาท และต้นทุนในการซื้อต้นข้าวโพดสด คือ 311,250 บาท

จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่ถูกพัฒนาขึ้น พบว่า หากโรงงานขยายเขตพื้นที่ในการรับซื้อต้นข้าวโพดสดให้มากขึ้น จะช่วยลดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตได้ โดยที่ไม่เกินขีดความสามารถหรือข้อจำกัดที่มีของโรงงาน เนื่องจากการขนส่งนั้นได้เลือกใช้รถบรรทุก 4 ล้อ และ 6 ล้อเท่านั้น ซึ่งสามารถถูกใช้เพื่อขนส่งวัตถุดิบให้กับโรงงานได้ตามปริมาณที่ต้องการ ซึ่งรถบรรทุก 4 ล้อทั้ง 5 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อให้ไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอคีรีมาศ และพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย อำเภอพรานกระต่ายและอำเภอลานกระบือ และรถบรรทุก 6 ล้อทั้งหมด 3 คัน ได้ถูกเลือกเพื่อไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ประกอบด้วย

อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีสำโรง และอำเภอสวรรคโลก จะเห็นได้ว่ารถบรรทุกขนาด 10 ล้อ ไม่ถูกเลือกใช้เพื่อการขนส่งต้นข้าวโพดสดเลย



ภาพ 38 การเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งปัจจุบัน และต้นทุนแบบใหม่

จากภาพ 38 แสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการขนส่งปัจจุบันของโรงงาน และต้นทุนการขนส่งจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่า ต้นทุนการขนส่งปัจจุบันของโรงงาน มีต้นทุนการขนส่งอยู่ที่ 567.55 บาท ซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำกว่าต้นทุนการขนส่งจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ เนื่องจากในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษารับซื้อข้าวโพดเพียงระยะทางไม่เกิน 5 กิโลเมตรจากโรงงานส่งผลให้มีต้นทุนการทุนส่งที่ต่ำ โดยปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษาประสบปัญหาด้านวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตเพียงพอ ก่อให้เกิดปัญหาการใช้งานเครื่องจักรไม่เต็มความสามารถ (Max Utilization of Machine) อีกทั้งยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงมีการออกแบบการรับซื้อต้นข้าวโพดสดในบริเวณที่กว้างออกไป ซึ่งมีการเพาะปลูกต้นข้าวโพดสด ประกอบด้วย 8 พื้นที่ ครอบคลุม 2 จังหวัด ทั้งในจังหวัดสุโขทัยและจังหวัดกำแพงเพชร ประกอบด้วย อำเภอศรีสัชนาลัย อำเภอศรีสำโรง อำเภอสวรรคโลก อำเภอกงไกรลาศ อำเภอบ้าน

ด่านลานหอย อำเภอศรีรมาศ (จังหวัดสุโขทัย) อำเภอพรานกระต่าย และอำเภอลานกระบือ (จังหวัดกำแพงเพชร) โดยต้นทุนการขนส่งการขนส่งแบบใหม่ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบมีต้นทุนการขนส่งอยู่ที่ 7,507.60 บาท

จากผลงานวิจัยในส่วนของการจัดทำแผนการจัดซื้อและจัดหาข้าวโพดสด จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ก่อให้เกิดต้นทุนโดยรวมที่ต่ำที่สุด อีกทั้งยังมีตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้อง และสามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่สามารถพบได้ในสถานการณ์จริง สำหรับงานวิจัยในอนาคตจะมีการปรับลดข้อตกลงเบื้องต้นบางประการ เพื่อให้แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้น มีความสมจริงมากยิ่งขึ้น เช่น พื้นที่ปลูกต้นข้าวโพดจะมียานพาหนะเพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่เข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสด ซึ่งในความเป็นจริง รถบรรทุก 1 คัน สามารถเข้าไปรับซื้อต้นข้าวโพดสดได้หลายพื้นที่ จนกว่าจะเต็มขีดความจุของรถบรรทุกนั้น เป็นต้น อาจจะทำให้แบบจำลองนั้นมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น และอาจจะต้องประยุกต์ใช้วิธีการฮิวริสติกส์เพื่อมาช่วยในการค้นหาคำตอบได้ หากขนาดของปัญหามีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้น

สรุปผลงานในส่วนของการจัดทำแผนการผลิตอาหารสัตว์

งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) โดยใช้โปรแกรม Flexsim มาประยุกต์ใช้การจำลองกระบวนการผลิตข้าวโพดอัดก้อนสำหรับโรงงานผลิตอาหารสัตว์ อำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย งานวิจัยนี้ได้ให้ความสำคัญที่อรรถประโยชน์การใช้งานของเครื่องจักร (Machine Utilization) ในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพด ด้วยการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมการจำลอง Flexsim โดยแบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ที่ทำจากต้นข้าวโพดในปัจจุบันและจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตอีก 5 สถานการณ์ที่เป็นไปได้เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยจากการจำลองสถานการณ์ตามลักษณะของกลยุทธ์การผลิตทั้ง 5 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยที่จำลองขึ้นมานั้นเป็นการพิจารณากรณีที่มีการรับซื้อต้นข้าวโพดสดเพิ่มขึ้นเป็น 25,000 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเป็นการรับซื้อต้นข้าวโพดสดอย่างเต็มปริมาณความต้องการสูงสุดของโรงงาน

การจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตในปัจจุบันนั้นสามารถเชื่อถือได้ เนื่องจากมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการผลิตของโรงงาน ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ที่ถูกพัฒนาขึ้นทั้ง 5 สถานการณ์ จึงสามารถนำมาใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายถึงลักษณะของกระบวนการผลิตและใช้

เพื่อเป็นข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีความเหมาะสมได้ โดยผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ที่ 2 ถือว่ามีความเหมาะสม เนื่องจากโรงงานสามารถผลิตข้าวโพดอัดก้อนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทั้ง 2 ประเภท นั่นคือ ข้าวโพดอัดก้อนขนาดเล็กและข้าวโพดอัดก้อนขนาดใหญ่ โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนซื้อเครื่องจักรเพิ่มเติม เพียงแต่ต้องจัดซื้อจัดหาวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิตข้าวโพดอัดก้อนให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น นั่นคือ ต้นข้าวโพดสด โดยทางโรงงานควรต้องขยายพื้นที่ในการรับซื้อต้นข้าวโพดสด จากเดิมเป็นรับซื้อจากพื้นที่ละแวกใกล้เคียงกับโรงงานเพียงเท่านั้น ซึ่งหากโรงงานขยายพื้นที่ในการรับซื้อต้นข้าวโพดจะช่วยส่งผลให้อัตถประโยชน์การใช้งานเครื่องจักรนั้นเพิ่มมากขึ้น การว่างงานของเครื่องจักรจะลดน้อยลง สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตข้าวโพดอัดก้อนได้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าที่มีเพิ่มมากขึ้นนี้ได้ด้วย

สำหรับการประยุกต์ใช้งานโปรแกรม FlexSim หากผู้ใช้ติดตั้งเป็นโปรแกรมรุ่นฟรีจะสามารถรองรับวัตถุ (Object) ที่สร้างขึ้นมาได้ไม่เกิน 30 วัตถุ หากรูปแบบของปัญหาที่ต้องการจำลองมีขนาดค่อนข้างใหญ่และซับซ้อน อาจต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

บรรณานุกรม

บรรณาณุกรม

กนกกาญจน์ จิรศิริเลิศ และคณะ.(2558). การแก้ปัญหาการจัดสมดุลสายงานการประกอบแบบเส้นตรง โดยวิธีการดิฟเฟอร์เรนเชียลอิโวลูชั่น : กรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548). ข้อมูลทั่วไปของการผลิตอาหารสัตว์ .Retrieved from https://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/57/57-008.pdf

กันตภณ ตันติวีรบุตร และธาดาวัชร์ ศรีวิไลวัชร.(2562). แนวทางการจัดลำดับการผลิตเพื่อลดเวลาการทำงาน บริษัทกรณีศึกษา: คลังสินค้า,วิศวกรรมโลจิสติกส์

เกษมสันต์ ไชยคุณ.(2557). การวิเคราะห์และจัดการกำลังคนในกระบวนการผลิตโดยการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2565).ข้อมูลการเพาะปลูกต้นข้าวโพด. Retrieved from https://https://www.opsmoac.go.th/site-home

ชัยวัฒน์ เสนีวงค์ ณ อยุธยา.(2555). การลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนบ้านบุ่งหวาย จังหวัดอุบลราชธานี,มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ชาตินักรบ แสงสว่าง และดร.กาญจนา เศรษฐนันท์.(2553). การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนานที่ไม่เกี่ยวข้องกันภายใต้ข้อจำกัดการผลิตของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟของประเทศไทย,มหาวิทยาขอนแก่น

ณัฐธยาน์ โทแจ่ม.(2556). แบบจำลองการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการก๊าซเอ็นจีวีเพื่อลดเวลารอคอยกรณีศึกษา : สถานีบริการก๊าซเอ็นจีวีแหลมฉบัง,มหาวิทยาลัยบูรพา

ณัฐนันท์ เหลืองธิชัยวาณิช และศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ.(2552). การวางแผนการปลูกและจัดหามันสำปะหลังสดสำหรับโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง, มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทวินันท์ อยู่สุนทร.(2557). นวัตกรรมกระบวนการทำงานขั้นตอนการเบิกจ่ายสินไหมทดแทนรถยนต์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธนกร วิวัฒนากรวงค์ และวงศธร เอ๊ฟวา.(2561). การเลือกทำเลที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าด้วยวิธีแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์และวิธีจุดศูนย์ถ่วง กรณีศึกษาโรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ธนัชพร สมใส.(2563). ปัญหาการจัดเส้นทางยานพาหนะที่พิจารณาประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมของโลจิสติกส์ขาออกในอุตสาหกรรมน้ำตาล, มหาวิทยาลัยนเรศวร

ธวัลรัตน์ สัมฤทธิ์.(2558). การลดความสูญเปล่าในกระบวนการในกระบวนการผลิตอาหารแช่แข็งของบริษัท ลานนาอุตสาหกรรม จำกัด,มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ธารทิพ อินทร์ผิว.(2552). การจัดลำดับการผลิตและการจัดตารางการผลิตโดยมีผลรวมของตารางล่าช้าของงานและเวลาที่งานเสร็จก่อนกำหนดเป็นตัวชี้วัด กรณีศึกษา : โรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนพลาสติก,มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

นมิดา ศรีผล. (2560).การจัดตารางการผลิตเพื่อปรับปรุงปริมาณงานล่าช้า : กรณีศึกษา ,มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บรรหาญ ลิลา.(2553). การวางแผนและควบคุมการผลิต Production planning and control. Retrieved from http://share.sparcidea.com/index.php/22-general-management/5s

ปรีดา จันดี.(2558). การจัดตารางการผลิตของเครื่องพิมพ์แบบขนานที่ไม่เหมือนกัน,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผศ.ดร.รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. (2553). คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง

พรเกียรติ ภักดีวงศ์เทพ และไพโรจน์ เร้าธนชลกุล.(2555). การจัดตารางการผลิตสำหรับการผลิตแบบ JOB Shop บนเครื่องจักรขนาน,มหาวิทยาลัยบูรพา

พิมพ์พรรณอร วงศาโรจน์.(2558). การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และ ลดต้นทุนด้านการจัดส่ง กรณีศึกษา : บริษัทกนกโปรดักส์ จำกัด, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

พิเศษ รักราษฎร์.(2558). การจัดตารางการผลิตด้วยกฎการจัดงานในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลภาภัทร สมานทรัพย์.(2559). การวิเคราะห์ปริมาณการผลิตและสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุดเพื่อต้นทุนที่ต่ำที่สุด กรณีศึกษา หัวกดพลาสติกส่วนประกอบหัวฉีดสเปรย,มหาวิทยาลัยบูรพา

วรวุฒิ แซ่เอ้ง.(2558). การวิเคราะห์ข้อเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยบูรพา

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์.(2556). การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจด้วยการจำลองสถานการณ์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมภัสสร เอื้ออารีมิตร.(2550). การปรับปรุงผังโรงงานโดยการใช้แบบการจำลองสถานการณ์ : กรณีศึกษาของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรชนัน วงนุรักษ์.(2560). การจัดตารางการผลิตเครื่องจักรแบบขนาน กรณีศึกษาอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อดุลย์ จาตุรงคกุล.(2547). กระบวนการจัดซื้อจัดหา. Retrieved from https://sites.google.com/site/karcadkarsoxupthan/kar-cadkar-so-xupthan/krabwnkar-cadkar-cad-sux-cadha

อมรพงศ์ สงวนสินธุ์.(2563). การพยากรณ์เพื่อหาปริมาณการผลิตที่เหมะสมในโรงงานผลิตแก้วพลาสติก,มหาวิทยาลัยบูรพา

อัครพล ชุณหเกียรติ์สกุล.(2559). การลดต้นทุนการขนส่งของบริษัทขนส่ง กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าจังหวัดเพชรบุรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

กรมควบคุมมลพิษกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.(2548). ข้อมูลทั่วไปของการผลิตอาหารสัตว์ .Retrieved from https://www.agro.cmu.ac.th/absc/data/57/57008.pdf

กันตภณ ตันติวีรบุตร และธาดาวัชร์ ศรีวิไลวัชร.(2562). แนวทางการจัดลำดับการผลิตเพื่อลดเวลาการทำงาน บริษัทกรณีศึกษา: คลังสินค้า:วิศวกรรมโลจิสติกส์

ยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์ พ.ศ.2561-2565.(2564). การส่งออกสินค้าปศุสัตว์ของประเทศไทย.กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กลยุทธ์ ผึ้งทอง, เสมอจิตร หอมรสสุคนธ์, และวุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร. (2556). การจัดรูปแบบสายการผลิตโดยใช้การจำลองสถานการณ์. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี พ.ศ. 2556, 16-18 ตุลาคม 2556, พัทยา ชลบุรี

Shannon, R.E. (1975). Systems Simulation the Art and Science. N. p.

ฐิติ หมอรักษา, นรา สมัตถภาพงศ์, ศุภกิตติ์ ยืนยาว และพงศธร วงษ์สกุล. (2563). การประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำดื่ม กรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่มแห่งหนึ่งในจังหวัดจันทบุรี. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 5(2), 36-42.

ปกรณ์ แสนจิตต์, อลงกรณ์ เมืองไหว, และนพดล อ่ำดี. (2565). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตมะพร้าวน้ำหอมด้วยแบบจำลองสถานการณ์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 4(2), 254-265.

Bathini, S.K., Raju, G., & Janardhana, G. (2018). Simulation Modelling and Analysis of Flexible Manufacturing Systems with FlexSim software. Research Journal of

Engineering and Technology, 9, 85. Doi: 10.5958/2321-581X.2018.00013.2

B.Santhosh Kumar., V.Mahes., & Satish Kumar., (2015). Modeling and Analysis of Flexible Manufacturing System with FlexSim. International Journal of Computational Engineering Research (IJCER), 5, 10.

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์, (2556). การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ ด้วยการจำลองสถานการณ์. วารสารธุรกิจปริทัศน์, 5(1), 7-24.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2544). การจำลองสถานการณ์. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

พรศิริ จงกล และ ทวีศักดิ์ ภรามร. (2553). การวิเคราะห์หาะยะเวลาในการดำเนินการของแบบจำลองเหตุการณ์แถวคอย, วารสารวิชาการ วศิวกรรมศาสตร์ ม.อบ., 3(1), 12-19.

วรมล เชาวรัตน์ วาตานาเบะ. (2566). วิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณ สำหรับโลจิสติกส์และโซ่อุปทานและการประยุกต์ใช้. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2553). การวิเคราะห์เชิงปริมาณ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯซจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Chopra and Meindl.(2016). การจัดการโซ่อุปทาน (Supply Chain Management). Retrieved from https://base-logistique-services.com/storage/app/media/Chopra_Meindl_SCM.pdf

Kaban, Othman and Rohmah.(2012). Comparison of DispatchingI rules in JOB-SHOP Scheduling Problem Using Simulation: A Case Study

Kavita Gupta.(2018). Solving the problem of industry by formulating it as a capacitated transportation problem

Misty Trumble.(2015). The total delivered cost of sieved red raspberries: a procurement optimization model

Ragsdale, Fico, Cajica-Sierra and Fetcenko.(2022). The Product Test Scheduling Problem

Rohit Jindas Gade.(2016). A Proposed Solution to the Problem of Construction Industry Overruns: Lean Construction Techniques and Linear Programming

Zinina,Merenkova, Rebezov,Tazeddinova,Yessimbekov and Vietoris.(2019). Optimization of cattle by-products amino acid composition formula

Ashish, T., Ankur, C., Surya, P. S., & Harpreet, K. (2017). A multi-objective integer linear program to integrate supplier selection and order allocation with market demand in a supply chain. International Journal of Procurement Management (IJPM), 10(3), 335-359.

Chopra, S. & Meindl, P. (2016). Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation (6th ed.). Boston: Pearson.

Giunipero, L. C. & Brand, R. R. (1996). Purchasing's role in supply chain management. The International Journal of Logistics Management, 7(1), 29-37.

Subrata, M. & Balram A. (2018). Application of linear programming in optimizing the procurement and movement of coal for an Indian coal-fired power-generating company. Decision, 45(3), 207-224.