

การกำหนดปริมาณที่เหมาะสมของทรัพยากรการผลิตน้ำตาลทรายดิบ
ด้วยแบบจำลองสถานการณ์

DETERMINATION OF OPTIMAL QUANTIFICATION OF RAW SUGAR
PRODUCTION RESOURCES WITH SIMULATION MODEL

สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์*, ธัชชัย เทพภรณ์, ณัฐพร ตั้งเจริญชัย

Sukrit Phetsawat*, Thatchai Thepphakorn, Nattaporn Tungcharoenchai

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อ.เมือง จ.พิษณุโลก ประเทศไทย 65000

* Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang, Phitsanulok, Thailand, 65000

*Corresponding author e-mail: sukrit_PS@hotmail.com

วันที่เข้าระบบ 1 สิงหาคม 2564

วันที่แก้ไขบทความ 4 ตุลาคม 2564

วันที่ตอบรับบทความ 6 ตุลาคม 2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองสถานการณ์เข้ามาเพื่อช่วยแก้ลักษณะปัญหาที่มีตัวแปรและปัจจัยต่างๆที่ไม่คงที่ในการผลิตน้ำตาลทรายดิบ เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต หาจำนวนทรัพยากรในการผลิตที่เหมาะสม และทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิตสูงสุด กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบมีกระบวนการที่ยุ่งยากและซับซ้อน เป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นอย่างมากด้วยการส่งออกน้ำตาลไปขายต่างประเทศ ซึ่งมีความต้องการซื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงสายการผลิตเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตใช้ต้นทุนสูง จึงมีจำเป็นอย่างมากที่จะต้องคำนวณหาทรัพยากรต่างๆให้มีความเหมาะสมก่อนทำการปรับปรุงจริง งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลจริงจากโรงงานผลิตน้ำตาลแห่งหนึ่งในภาคเหนือ เพื่อดำเนินงานวิจัยแสดงเป็นแนวทางในการจำลองสถานการณ์เป็นระยะเวลาจำนวน 2 วันทำงาน โดยดำเนินการทำซ้ำจำนวน 100 รอบ เพื่อทำการคำนวณจำนวนของลูกหีบและปรับเปลี่ยนจำนวนชุดหม้อต่างๆให้มีความเหมาะสมเป็นผลให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้นกว่าเดิมถึง 298.16 %

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, การผลิต, ปริมาณที่เหมาะสม, น้ำตาลทรายดิบ

Abstract

This research is a study that uses situational models to help solve the problem of various unstable factors in raw sugar production. For increase production Find the right amount of production resources. and resulting in the highest production efficiency. Raw sugar production is a difficult and complicated process. It is a big industry and generates a lot of income for Thailand by exporting sugar to sell abroad. Which has a continuous increase in demand. Changing the production line to increase the production potential is costly. Therefore, it is imperative to calculate appropriate resources before making any real improvements. This research uses real data from a sugar factory in the North. The research was conducted as a guideline in the simulation for a period of 2 working days, by performing 100 iterations in order to calculate the number of chests and adjust the number of pots sets accordingly. As a result, the production capacity was increased by 298.16%.

Keywords: Simulation, Production, Optimal quantification, Raw sugar

1. บทนำ

การทำน้ำตาลจากอ้อยของไทย มีมาตั้งแต่สมัยสุโขทัย โดยมีแหล่งผลิตน้ำตาลอยู่ที่กรุงสุโขทัย พิษณุโลก และกำแพงเพชร น้ำตาลที่ผลิตได้เป็นน้ำตาลทรายดิบ หรือน้ำตาลของพื้นเมือง สำหรับผู้นำกรรมวิธีการผลิตน้ำตาลทรายดิบมาเผยแพร่ อาจจะเป็นชาวจีนที่เข้ามาติดต่อหรือตั้งหลักแหล่ง ในประเทศไทย ส่วนการส่งเสริมการปลูกอ้อยและผลิตน้ำตาลเป็นอุตสาหกรรมเพื่อการค้านั้น ปรากฏชัดเจนในสมัยรัตนโกสินทร์ อุตสาหกรรมน้ำตาลทรายมีจุดเริ่มต้นจากภาคเกษตรกรรม คือ ไร่อ้อย จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงานอุตสาหกรรม จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาลทราย เพื่อบริโภค ในประเทศ และส่งออก นอกจากการบริโภคและการส่งออกน้ำตาลทรายแล้ว อุตสาหกรรมน้ำตาลยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับ อุตสาหกรรมขนม อุตสาหกรรมเครื่องดื่มต่างๆ ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ได้แก่ กากน้ำตาล นำไปผลิต เอทานอล เหล้า ผงชูรส ปุ๋ย ฯลฯ การใช้กากอ้อย ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ทำเยื่อกระดาษ ปาติเคิลบอร์ด ทำให้เกิดรายได้ เกิดการจ้างงาน ซึ่งอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย สามารถสร้างเงินทุนหมุนเวียน ในระบบเศรษฐกิจประเทศไทยไม่ต่ำกว่า 150,000 ล้านบาท (ธวัช ดินนังวัฒนะ, 2543)

บริษัท A เป็นบริษัทที่ผลิตน้ำตาลทรายเป็นหลัก และเป็นผู้ผลิตและส่งออกน้ำตาลทรายใหญ่ของประเทศ มีกำลังการผลิตน้ำตาลที่สูงเป็นอันดับต้นๆในประเทศไทย เริ่มต้นกำเนิดขึ้นในสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 สายการผลิตของโรงงานมีมากกว่า 9 แห่งทั่วประเทศ ปัจจุบันบริษัท A มีความ

ต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้โรงงานไม่สามารถผลิตน้ำตาลทรายได้ทันต่อความต้องการ จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มสายการผลิตน้ำตาลทรายให้ให้มีกำลังการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากพอสำหรับตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัท A ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาความต้องการเพิ่มกำลังการผลิต ซึ่งกำลังการผลิตจากเดิมที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการผลิต ของบริษัท A ผู้วิจัยจึงเข้ามาแก้ไข ปัญหาเพื่อศึกษาและจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิต และคำนวณหาทรัพยากรที่ต้องใช้ในการผลิตให้มีความเหมาะสมมากที่สุด หากบริษัท A มีการผลิตที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นนั้น จะช่วยทำให้เกิดประโยชน์ต่อชาวไร่ อ้อย ผู้ค้า และผู้ประกอบการได้อย่างดียิ่งขึ้น

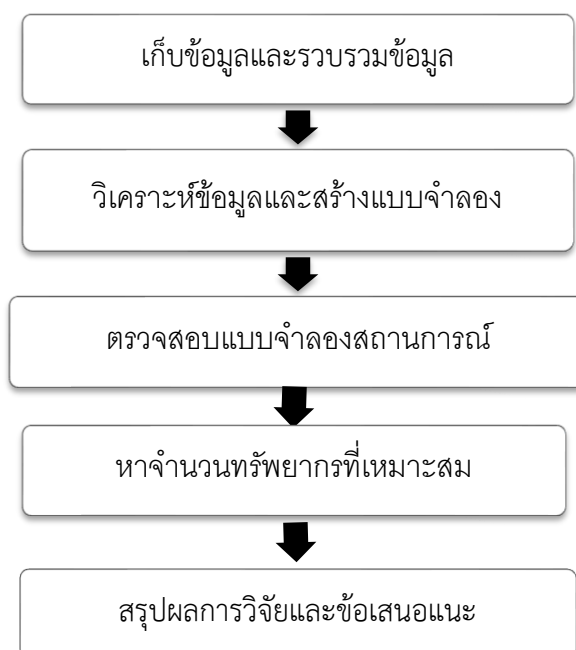
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ

2.2 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณที่เหมาะสมของทรัพยากรการผลิตน้ำตาลทรายดิบด้วยแบบจำลองสถานการณ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

มีขั้นตอนในการวิจัย 5 ขั้นตอนดังดังภาพที่ 1

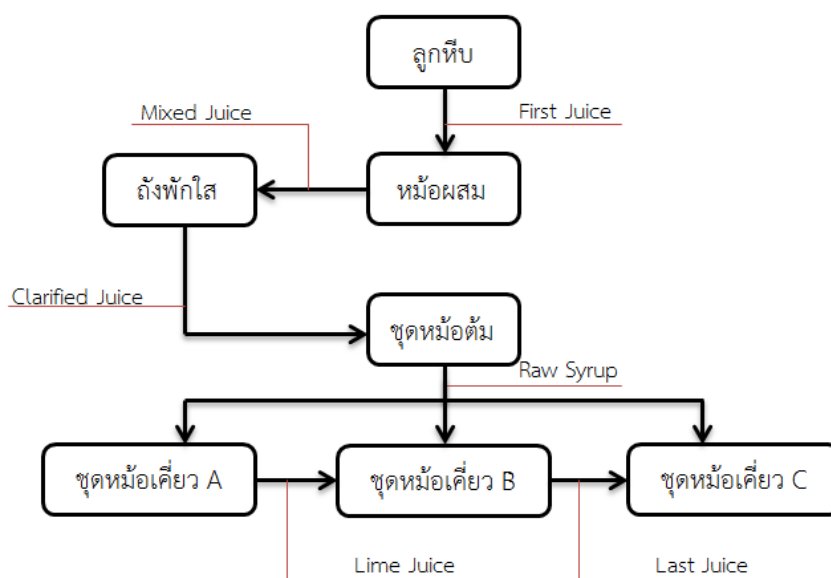


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลจากปัญหากระบวนการผลิตน้ำตาลของบริษัท A พบว่า บริษัทมีจำนวนทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลคือ ชุดลูกหีบ 1 ชุด, ตระแกรงกรองน้ำอ้อย 1 ชุด, เครื่องอุ่น 2 ชุด, หม้อผสม 1 หม้อ, ถังพักใส 2 ถัง, ตระแกรงกรองน้ำอ้อยใส 1 ชุด, ถังน้ำอ้อยใส 1 ถัง, ชุดหม้อต้ม 12 หม้อ, ถังน้ำเชื่อมดิบ 1 ถัง และชุดหม้อเคี้ยว 14 หม้อ ซึ่งทางบริษัทมีความต้องการที่จะเพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด ดังนั้นทรัพยากรเดิมที่ใช้อาจมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ

จากการศึกษาปัญหาและลงพื้นที่สังเกต สอบถามสัมภาษณ์บุคลากรหรือผู้ที่มีความเกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัท A พบว่าการผลิตน้ำตาลทรายดิบของบริษัท A ส่วนใหญ่จะใช้อ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3 โดยส่วนใหญ่แล้วจะผลิตน้ำตาลทรายดิบ A มากที่สุด ในกระบวนการผลิตพบว่า มีอัตราการไหลเฉลี่ยเท่ากับ 900-1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง มีระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกระบวนการ แผนผังกระบวนการผลิตดังภาพที่ 2



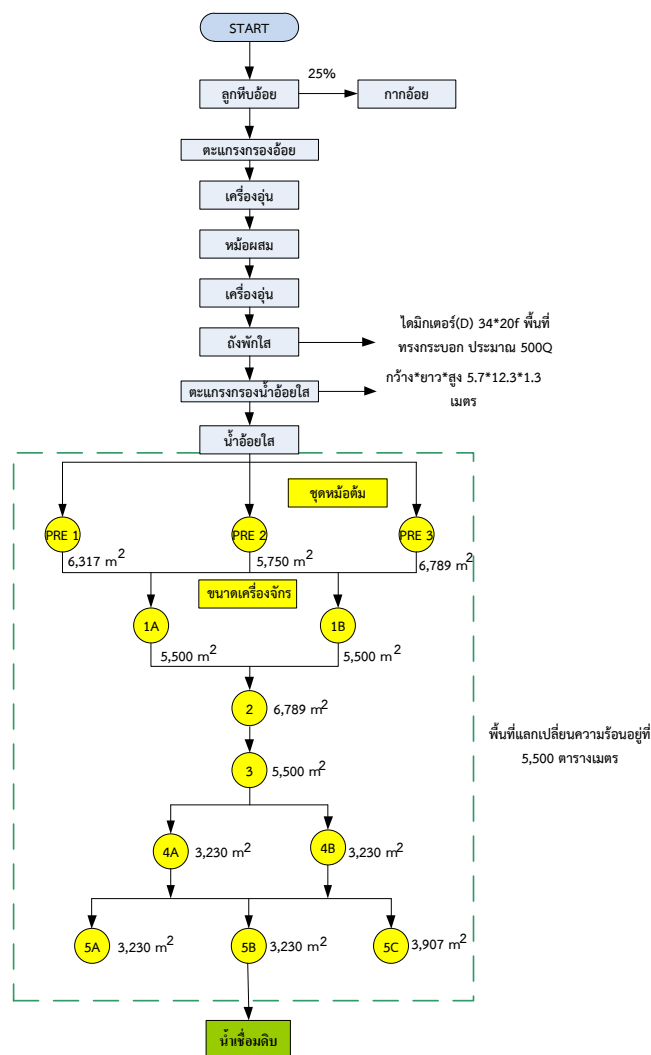
ภาพที่ 2 แผนผังกระบวนการผลิต

โดยความเข้มข้นของ First Juice ในกระบวนการจากลูกหีบน้ำอ้อย ไปยังหม้อผสม มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 18-19 brix ความเข้มข้นของ Mixed Juice จากกระบวนการผสม ไปยังถังพักใส มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 15-16 brix ความเข้มข้นของ Clarified Juice จากถังพักใส ไปยังหม้อต้ม มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 13-14 brix ความเข้มข้นของ Raw syrup ที่ออกจากกระบวนการต้ม มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 59-62 brix ความเข้มข้นของ Lime Juice จากการผ่านกระบวนการเคี้ยว A ราง

กวนนอน และหม้อปั่น จนได้น้ำเหลือง A มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 14-15 brix และความเข้มข้นของ Last Juice จากการผ่านกระบวนการเคี้ยว B รากกวนนอน และหม้อปั่น จนได้น้ำเหลือง B มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 2 brix

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างแบบจำลองสถานการณ์

เริ่มต้นจำลองสถานการณ์ตั้งแต่ลูกหีบอ้อย เมื่ออ้อยผ่านกระบวนการของลูกหีบแล้วจะได้น้ำอ้อยออกมาร้อยละ 75 ส่วนอีกร้อยละ 25 จะเป็นกากอ้อย จากนั้นน้ำอ้อยที่ออกมาจะไหลผ่านไปยังตะแกรงกรองน้ำอ้อย ไหลผ่านไปยังเครื่องอุ่นที่มีจำนวนท่อต่อเครื่อง 1,060 เส้น จากนั้นไหลผ่านไปยังหม้อผสม มีพื้นที่รองรับน้ำอ้อยอยู่ที่ร้อยละ 90 เมื่อออกจากหม้อผสมน้ำอ้อยจะไหลผ่านไปยังเครื่องอุ่นเครื่องที่สอง ซึ่งมีขนาดเท่ากับเครื่องแรก แล้วจึงจะไหลไปยังถังพักใส โดยถังพักใสมีจำนวน 2 ถัง เมื่อออกจากถังพักใสน้ำอ้อยจะไหลผ่านไปยังตะแกรงกรองน้ำอ้อยใส จากนั้นน้ำอ้อยจะไปพักที่ถังน้ำอ้อยใส ซึ่งเป็นถังสี่เหลี่ยม แล้วน้ำอ้อยจึงไหลต่อไปยังกระบวนการชุดหม้อต้ม โดยชุดหม้อต้มมีจำนวน 12 หม้อ มีพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนต่อหม้อ 5,500 ตารางเมตร มีจำนวนท่อต่อหม้อ 12,000 เส้น เมื่อออกจากชุดหม้อต้มจะได้เป็นน้ำเชื่อมดิบ ไปพักที่ถังน้ำเชื่อมดิบที่มีปริมาตร 460 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นน้ำเชื่อมดิบจะไหลไปยังกระบวนการชุดหม้อเคี้ยว มีหม้อเคี้ยวจำนวน 14 หม้อ โดยจะแบ่งเป็นหม้อเคี้ยวดิบ A จำนวน 6 หม้อ หม้อเคี้ยวดิบ B จำนวน 4 หม้อ น้ำเชื่อมดิบจะไหลผ่านรางกวนนอน ซึ่งมีปริมาตร 60 ลูกบาศก์เมตร แล้วจึงไหลผ่านไปยังหม้อปั่น เมื่อผ่านกระบวนการของชุดหม้อเคี้ยวเสร็จสิ้นแล้วจึงได้ออกมาเป็นน้ำตาลดิบ A น้ำตาลทรายดิบ B และเป็นน้ำเหลือง A น้ำเหลือง B ถึงของน้ำเหลือง A มีจำนวน 2 ถัง แบ่งเป็น 250 ลูกบาศก์เมตร และ 230 ลูกบาศก์เมตร ส่วนถึงของน้ำเหลือง B มีปริมาตร 360 ลูกบาศก์เมตร ในส่วนของน้ำตาลทรายดิบ A และน้ำตาลทรายดิบ B จะถูกส่งไปยังคลังเก็บน้ำตาลทรายดิบและดำเนินการบรรจุใส่กระสอบสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงรายละเอียดลักษณะของกระบวนการผลิตน้ำตาลของบริษัท A

3.3 ตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์

ทำการตรวจสอบผลลัพธ์ของปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายดิบจากการจำลองสถานการณ์ กับผลลัพธ์ของปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายดิบที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาที่กำหนด โดยผลลัพธ์นั้น จะต้องมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 % จึงจะสามารถยอมรับและใช้ในการทำนายผลได้

3.4 หาจำนวนทรัพยากรที่เหมาะสม

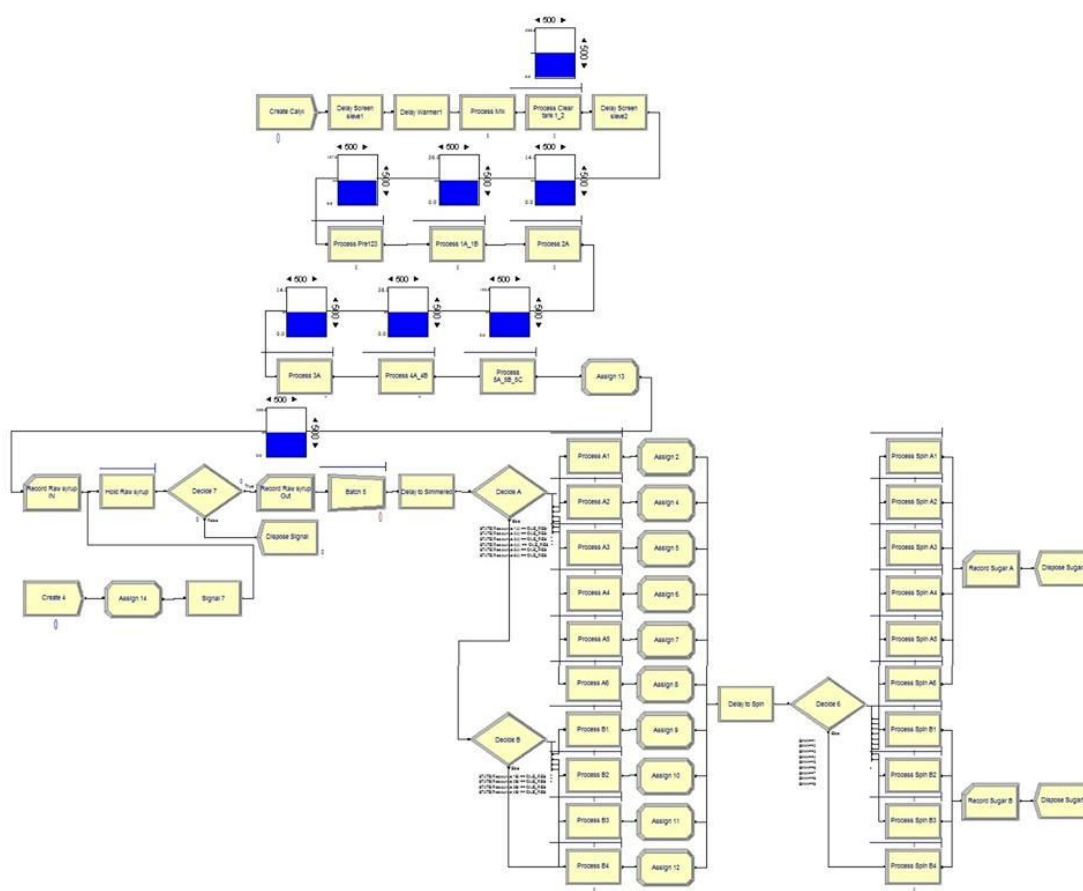
ทำการคำนวณผลลัพธ์จากแบบจำลองสถานการณ์เพื่อค้นหาจำนวนทรัพยากรต่างๆใน สายการผลิตให้มีปริมาณที่เหมาะสมกับปริมาณน้ำอ้อยดิบที่เพิ่มขึ้น

3.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4. ผลการวิจัย

4.1 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมาสร้างเป็นแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ด้วยโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ โดยออกแบบโครงสร้างการจำลอง (Flowchart) ดังภาพที่ 4

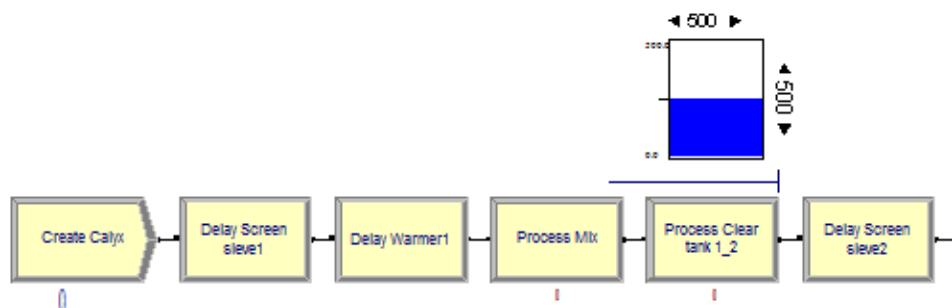


ภาพที่ 4 แสดงภาพแบบจำลองสถานการณ์น้ำตาลทรายดิบ

แบบจำลองสถานการณ์นี้จะทำการจำลองอยู่ที่ 100 Replications ใช้ระยะเวลาในการจำลองอยู่ที่ 2 วัน และมีหน่วยในการรันผลลัพธ์เป็นวัน ซึ่งในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบ มีด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้

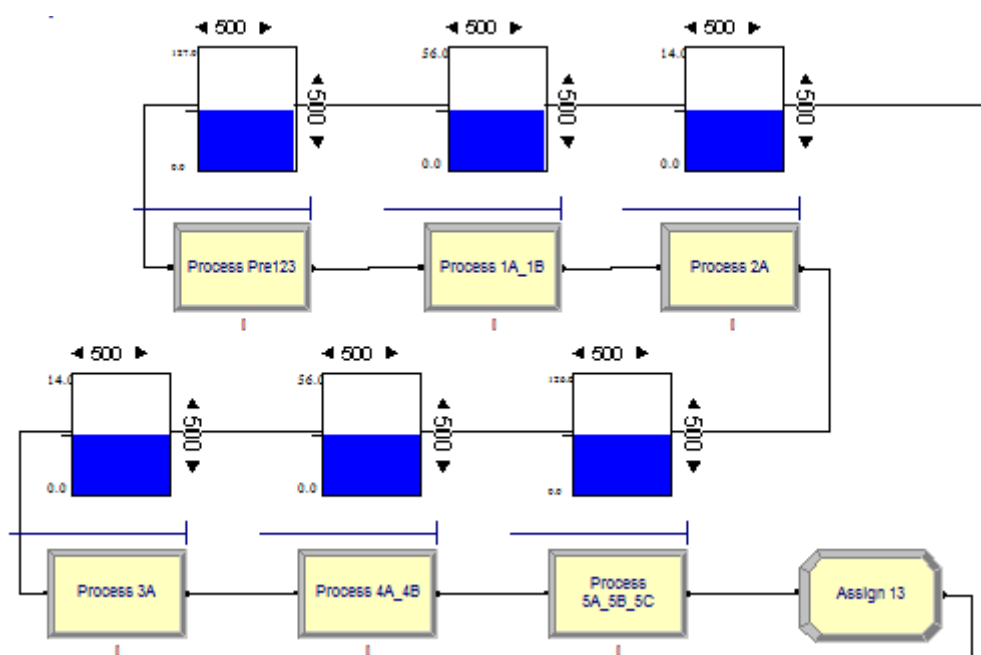
ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างในภาพแบบการ Create Module ซึ่งข้อมูลที่ได้จากบริษัท A โดยภาพแบบส่วนแรกเป็นข้อมูลแบบไดนามิก (Dynamics) เริ่มต้นจากการกำหนด Create ของน้ำอ้อยที่ออกจากลูกหีบโดยมีอัตราการไหล 2.78 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีน้ำอ้อยปล่อยออกมาทุกๆ 10 วินาที จากนั้นน้ำอ้อยจะไหลผ่านตะแกรงกรองน้ำอ้อย เครื่องอุ่น และหม้อผสม แล้วน้ำอ้อยจะไหล

เข้าถังพักใส จำนวน 2 ถัง มีปริมาตรถังละ 500 ลูกบาศก์เมตร โดยกระบวนการถังพักใสจะใช้ระยะเวลา 100 วินาที และน้ำอ้อยในระบบก็จะไหลผ่านไปยังตะแกรงกรองน้ำอ้อยใส ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงภาพแบบการจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 1

ส่วนที่ 2 เป็นการสร้างกระบวนการชุดหม้อต้มเข้าสู่ระบบ น้ำอ้อยใสที่ไหลออกมาจากตะแกรงกรองน้ำอ้อยใส จะไหลเข้าสู่กระบวนการในชุดหม้อต้มดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงภาพแบบการจำลองสถานการณ์ ในส่วนที่ 2

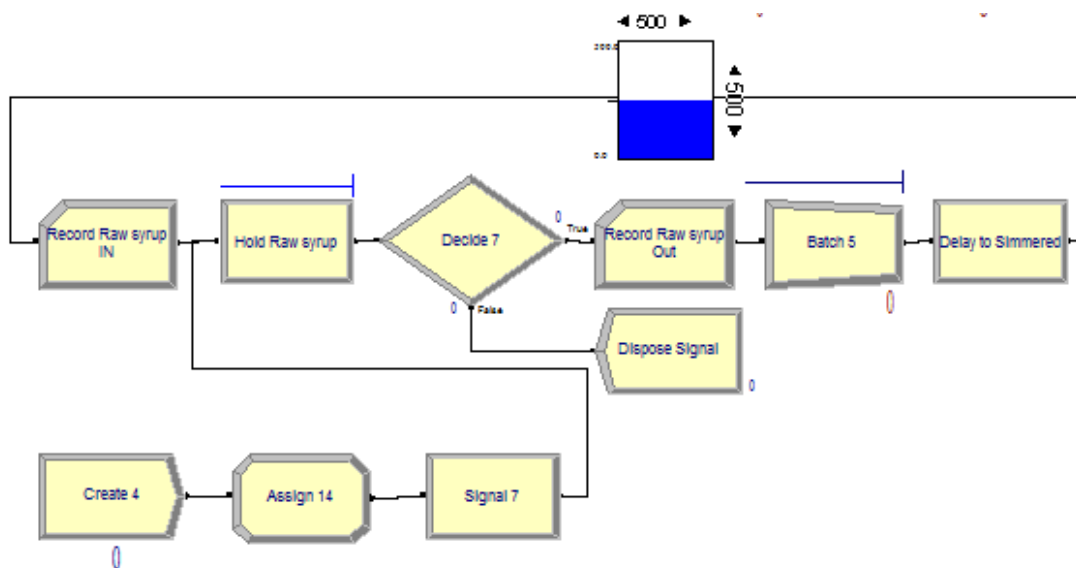
จากนั้นน้ำอ้อยจะเข้าสู่ชุดหม้อต้ม Pre1, Pre2, Pre3, 5A, 5B และ 5C ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับชุดหม้อต้มดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลสรุปเวลาที่น้ำอ้อยใส่ไหลผ่านชุดหม้อต้ม และทรัพยากรในชุดหม้อต้ม คิดเป็นร้อยละ 90

ชื่อหม้อต้ม	เวลาที่น้ำอ้อยใส่ไหลผ่านชุดหม้อต้ม (วินาที)	ทรัพยากรในชุดหม้อต้ม คิดเป็นร้อยละ 90 (ต่อ 10 วินาที)
หม้อต้ม Pre1	460	42
หม้อต้ม Pre2	460	42
หม้อต้ม Pre3	460	42
หม้อต้ม 5A	460	42
หม้อต้ม 5B	460	42
หม้อต้ม 5C	460	42
หม้อต้ม 1A	308	28
หม้อต้ม 1B	308	28
หม้อต้ม 4A	308	28
หม้อต้ม 4B	308	28
หม้อต้ม 2A	154	14
หม้อต้ม 3B	154	14

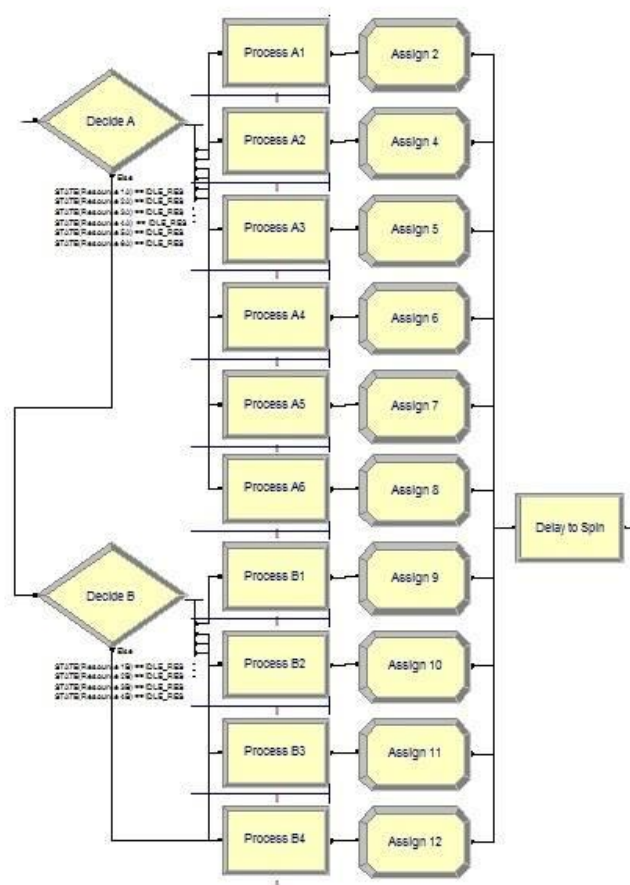
จากตารางที่ 1 พบว่า ระยะเวลาที่น้ำอ้อยใส่ไหลผ่านชุดหม้อต้ม Pre1, Pre2, Pre3, 5A, 5B และ 5C อยู่ที่ประมาณ 460 วินาที ระยะเวลาที่น้ำอ้อยใส่ไหลผ่านชุดหม้อต้ม 1A, 1B, 4A และ 4B อยู่ที่ประมาณ 308 วินาที และระยะเวลาที่น้ำอ้อยใส่ไหลผ่านชุดหม้อต้ม 2A และ 3B อยู่ที่ประมาณ 154 วินาที และทรัพยากรที่ใช้ในชุดหม้อต้ม Pre1, Pre2, Pre3, 5A, 5B และ 5C คิดเป็นร้อยละ 90 จะอยู่ที่ประมาณ 42 ต่อ 10 วินาที ทรัพยากรที่ใช้ในชุดหม้อต้ม 1A, 1B, 4A และ 4B คิดเป็นร้อยละ 90 จะอยู่ที่ประมาณ 28 ต่อ 10 วินาที ทรัพยากรที่ใช้ในชุดหม้อต้ม 2A และ 3B คิดเป็นร้อยละ 90 จะอยู่ที่ประมาณ 14 ต่อ 10 วินาที

ส่วนที่ 3 การจำลองสถานการณ์ช่วงถึงน้ำเชื่อมดิบ หลังจากน้ำอ้อยใส่ไหลออกจากชุดหม้อต้ม น้ำอ้อยใสจะไหลเข้าสู่ถึงน้ำเชื่อมดิบ โดยการปล่อยทรัพยากรแต่ละรอบจะมีการกำหนดสัญญาณในการตรวจสอบหม้อเคี้ยว ทุกๆ 10 วินาที ว่ามีหม้อเคี้ยวว่างงานหรือไม่ ถ้ามีหม้อเคี้ยวใดว่างงานระบบ จะทำการปล่อยน้ำอ้อยไปยังหม้อเคี้ยวในกระบวนการต่อไป ดังภาพที่ 7



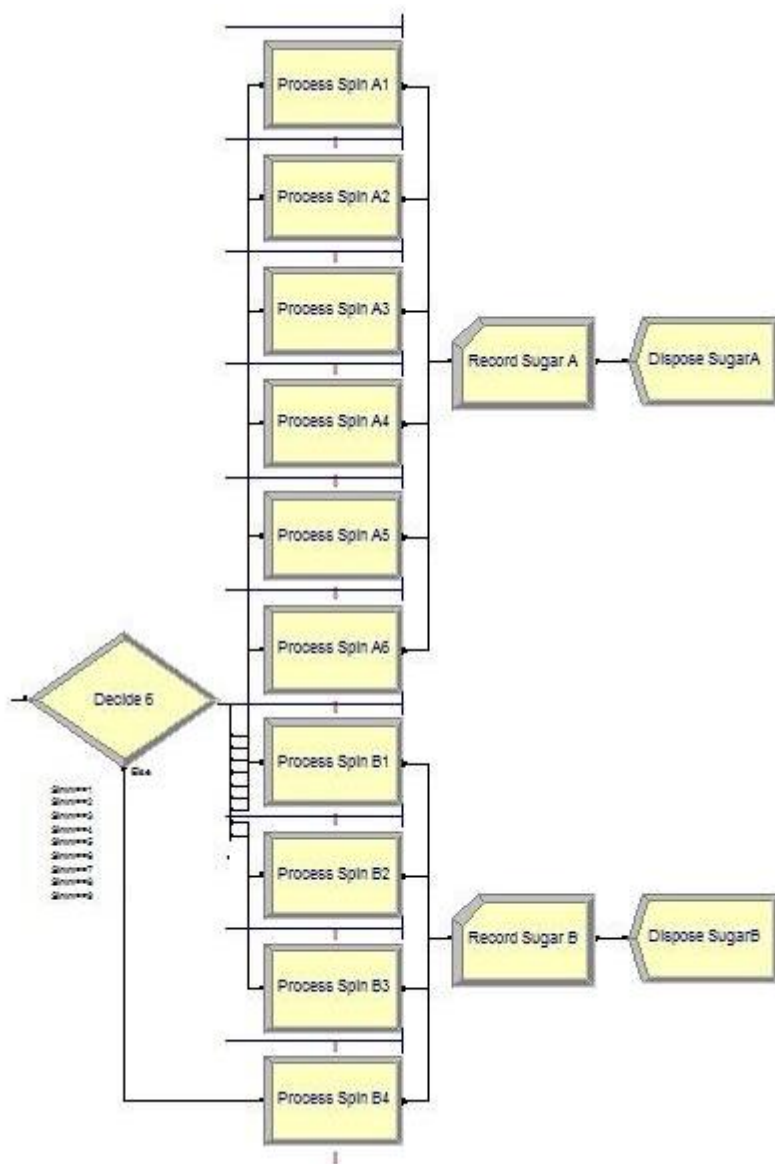
ภาพที่ 7 แสดงภาพแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 3

ส่วนที่ 4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ช่วงชุดหม้อเคี้ยว โดยน้ำเชื่อมดิบที่จะถูกปล่อยออกมาจากถังพักน้ำเชื่อมดิบจะไหลเข้าสู่กระบวนการเคี้ยว โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในหม้อเคี้ยวจำนวน 6 ชั่วโมงต่อหม้อ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงภาพแบบการจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 4

ส่วนที่ 5 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ช่วงชุดหม้อป่น จากน้ำเชื่อมดิบที่ผ่านกระบวนการเคียวจะได้เป็นผลึกน้ำตาลออกมา แล้วจะไหลไปยังชุดหม้อป่น โดยมีระยะเวลาที่ใช้ในชุดหม้อป่นจำนวน 6 ชั่วโมง เมื่อผ่านกระบวนการปั่นเสร็จสิ้น จะได้ออกมาเป็นน้ำตาลทรายดิบ A และน้ำตาลทรายดิบ B ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงภาพแบบการจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 5

4.2 ตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์

จากข้อมูลปริมาณการผลิตน้ำตาลทรายดิบที่ได้จากบริษัท A พบว่าบริษัท A มีปริมาณน้ำตาลรวมทั้งหมดอยู่ที่ 164,259 ตัน และมีระยะเวลาในการทำงาน (โดยไม่รวมวันหยุด) อยู่ที่ 121 วัน ซึ่งจะสามารถคิดปริมาณน้ำตาลทรายดิบเฉลี่ยเท่ากับ 1,357.51 ตัน/วัน สามารถการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลทรายดิบของบริษัท แสดงดังภาพที่ 10

Output

Output	Value
Dif Raw syrup IN and Raw syrup Out	17193.51
N of Sugar A Ton	1039.53
N of Sugar B Ton	1658.83
N of Total Sugar Ton per Day	1349.18
Volume 1A_1B Tank	0.00
Volume 2A Tank	0.00
Volume 3A Tank	0.00
Volume 4A_4B Tank	0.00
Volume 5A_5B_5C Tank	0.00
Volume Clear Tank	0.00
Volume Pre123 Tank	0.00
Volume Raw syrup Tank	17251.24

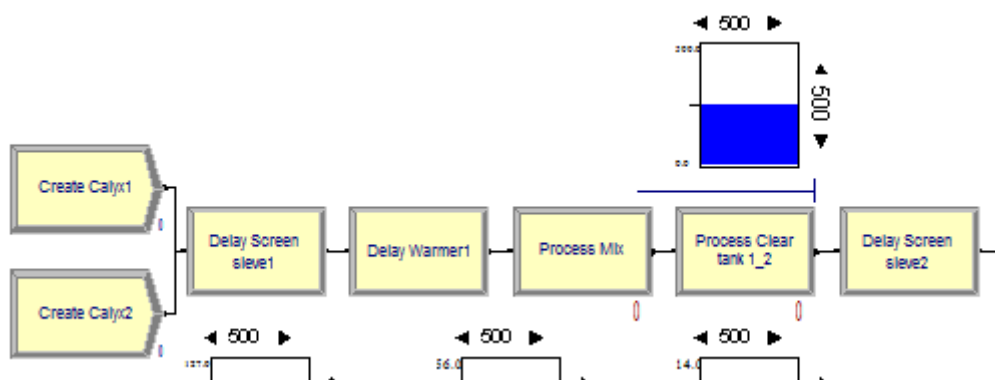


ภาพที่ 10 ผล Output ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ผลของโปรแกรมจำลองสถานการณ์พบว่า มีน้ำตาลทรายดิบ A อยู่ที่ 1,039.53 ตันต่อ 2 วัน และน้ำตาลทรายดิบ B อยู่ที่ 1,658.83 ตันต่อ 2 วัน และถึงน้ำเชื่อมดิบควรเป็นถึงที่มีความจุอยู่ที่ประมาณ 20,000 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณน้ำตาลที่ผลิตได้เฉลี่ยเท่ากับ 1,349.18 ตันต่อวัน ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองจากปริมาณน้ำตาลที่ผลิตได้จริงเท่ากับ 0.61 % เนื่องจากโปรแกรม Arena ที่มีช่วงความเชื่อมั่นของผลลัพธ์อยู่ที่ 95% แบบจำลองนี้จึงสามารถยอมรับให้ใช้ทำนายผลลัพธ์ได้

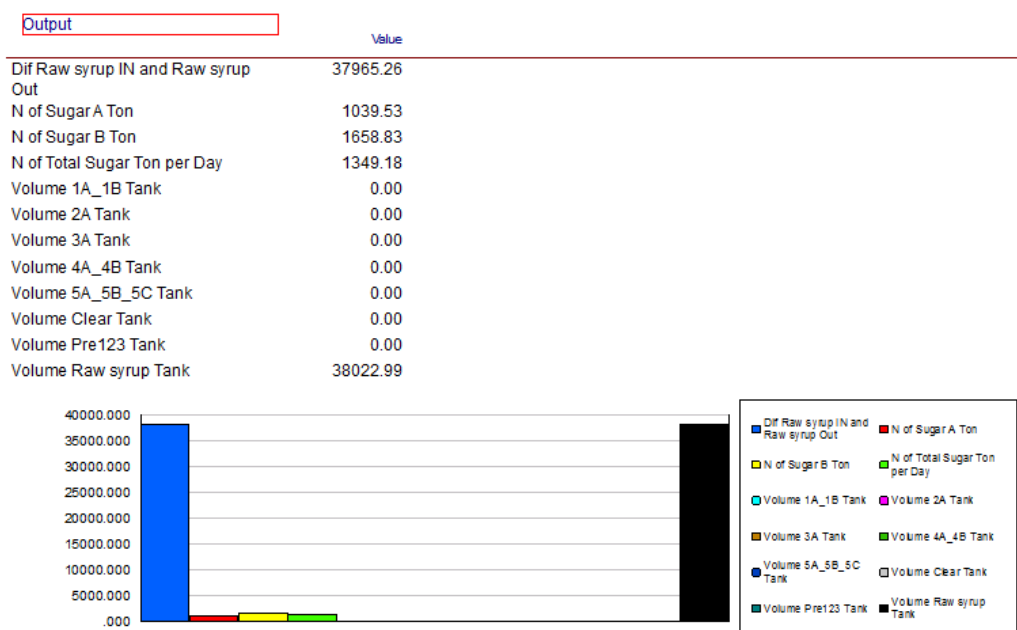
4.3 หาจำนวนทรัพยากรที่เหมาะสม

เนื่องจากทางโรงงานต้องการเพิ่มกำลังการผลิต จึงทำการจำลองเพิ่มลูกหีบในกระบวนการผลิตขึ้นมาใหม่อีกหนึ่งลูก ภายใต้สมมุติฐานว่าลูกหีบที่เพิ่มเข้าไป สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ และสามารถป้อนน้ำอ้อยให้กับกระบวนการผลิตได้ด้วยความเร็ว 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงเท่ากับลูกเดิมดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แบบจำลองใหม่ในส่วนของลูกหีบ

จากการเพิ่มลูกหีบจากเดิม 1 ลูก ให้เป็น 2 ลูกหีบนั้น ทำให้ถังเก็บน้ำเชื่อมดิบ จากที่มี ความจุอยู่ที่ประมาณ 20,000 ลูกบาศก์เมตร ต้องรับน้ำเชื่อมดิบเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 38,022.99 ลูกบาศก์ เมตร ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผล Output ที่ได้จากการเพิ่มจำนวนลูกหีบในแบบจำลองสถานการณ์ใหม่

4.3.1 หาจำนวนทรัพยากรที่เหมาะสมของชุดหม้อต้ม

เนื่องจากภาพที่ 10 พบว่าเกิดน้ำอ้อยไหล้นออกมาจากชุดหม้อต้ม Pre1, Pre2, Pre3, 1A และ 1B ดังนั้นผู้วิจัยถึงหาปริมาตรของชุดหม้อต้มที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดน้ำอ้อยไหล้นใน

กระบวนการผลิต และให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากที่สุด พบว่าหม้อต้มควรมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิม 393.72 ลูกบาศก์เมตร เพื่อรองรับปริมาณน้ำอ้อยที่เพิ่มขึ้นแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนทรัพยากรของชุดหม้อต้มก่อนและหลังปรับปรุง

ชื่อหม้อต้ม	ปริมาตรของหม้อต้ม ก่อนเพิ่มจำนวนลูกทึบ (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาตรของหม้อต้ม หลังเพิ่มจำนวนลูกทึบ (ลูกบาศก์เมตร)
หม้อต้ม 2A	38.92	72.28
หม้อต้ม 3A	38.92	72.28
หม้อต้ม Pre 1, Pre 2 และ Pre 3	117.18	230.64
หม้อต้ม 1A และ 1B	77.84	127.88
หม้อต้ม 4A และ 4B	77.84	127.88
หม้อต้ม 5A, 5B และ 5C	117.18	230.64
รวม	467.88	861.6

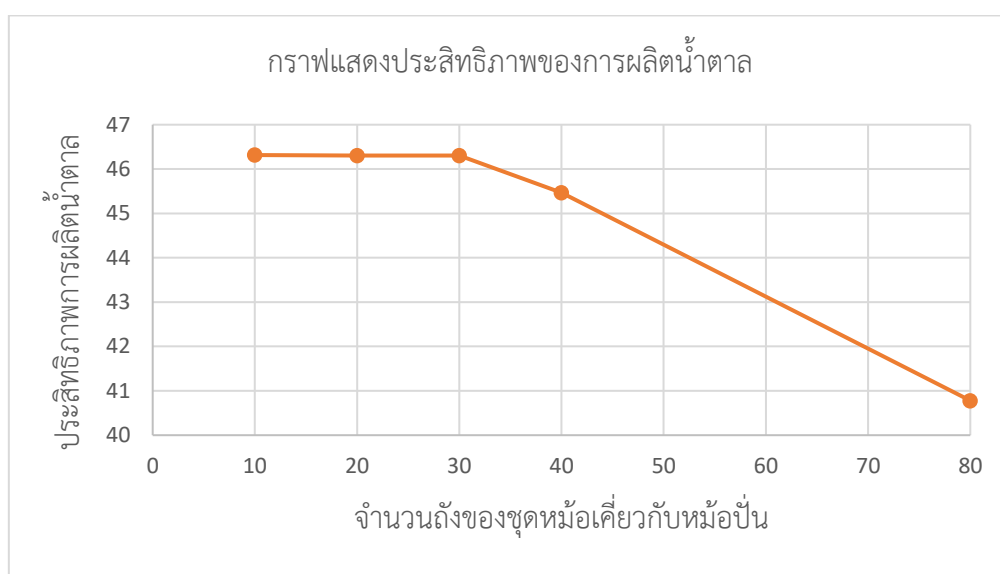
4.3.2 หาจำนวนทรัพยากรที่เหมาะสมของชุดหม้อเกี่ยวกับหม้อปั่น

จากการเพิ่มลูกทึบจากเดิม 1 ลูก ให้เป็น 2 ลูกหีบนั้น ทำให้ถึงเก็บน้ำเชื่อมดิบ จากที่มี ความจุอยู่ที่ประมาณ 20,000 ลูกบาศก์เมตร ต้องรับน้ำเชื่อมดิบเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 38,022.99 ลูกบาศก์ เมตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดว่าจะนำน้ำเชื่อมดิบที่เกินกว่าการรับรองของถังเก็บน้ำเชื่อมดิบนี้ ไปผลิตเป็น น้ำตาลแทนการกักเก็บ เพื่อเพิ่มยอดกำลังการผลิตน้ำตาลให้สูงขึ้น โดยทำการจำลองสถานการณ์ของ การเพิ่มจำนวนของชุดหม้อเกี่ยวกับหม้อปั่น ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนทรัพยากรของชุดหม้อเกี่ยวกับหม้อปั่น

ระดับ	จำนวนถัง ของชุดหม้อ เกี่ยวกับหม้อ ปั่น (ถัง)	ปริมาตรน้ำเชื่อม ดิบที่อยู่ในถัง (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณ น้ำเชื่อมดิบ ที่ถูกใช้ไป (ลูกบาศก์เมตร)	ปริมาณ น้ำตาล (ตันต่อวัน)	ประสิทธิภาพ การผลิตน้ำตาล (%)
0 (เดิม)	10	38,022.99	2,913.00	1,349.18	46.3
1	20	34,502.48	5,827.00	2,698.36	46.3
2	30	30,981.97	8,741.00	4,047.54	46.3
3	40	27,446.72	11,643.00	5,293.50	45.5
4	80	13,255.35	23,125.00	9,430.43	40.8

จากตารางที่ 3 พบว่าผลของจำนวนทรัพยากรจากการเพิ่มลูกหีบจากเดิม 1 ลูก ให้เป็น 2 ลูกหีบ เมื่อเพิ่มจำนวนถึงมากกว่า 30 ถึง ประสิทธิภาพของการผลิตน้ำตาลจะค่อยๆน้อยลง และมี 3 ระดับที่มีประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกันที่ 46.3% คือ ระดับที่ 0 จำนวน 10 ถึง ระดับที่ 1 จำนวน 20 ถึง และระดับที่ 2 จำนวน 30 ถึง แต่ระดับที่ 2 มีผลผลิตปริมาณน้ำตาลมากที่สุดเท่ากับ 4,047.54 ตันต่อวัน ดังนั้นผู้วิจัยเลือกใช้ชุดหม้อป่นและชุดหม้อเคี้ยวที่จำนวน 30 ถึง เพราะจำนวนถึงของชุดหม้อเคี้ยวและหม้อป่นที่ 30 ถึง มีประสิทธิภาพและความคุ้มค่ามากที่สุด สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนถึงของชุดหม้อเคี้ยวกับปริมาณน้ำตาลเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนถึงของชุดหม้อเคี้ยวกับประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาล

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากแบบจำลองสถานการณ์การผลิตน้ำตาลดิบของบริษัท A ระยะเวลา 2 วันทำงาน พบว่าทางโรงงานควรมีการติดตั้งลูกหีบเพิ่มขึ้น 1 ลูกหีบและปรับเปลี่ยนจำนวนชุดหม้อต่างๆให้มีความเหมาะสมดังตารางที่ 4 จะทำให้สามารถเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้น 298.16 % จากเดิมมีปริมาณน้ำตาลที่ผลิตได้เฉลี่ย 1,325.11 ตันต่อวัน หลังปรับปรุงแล้วจะได้ปริมาณน้ำตาลที่ผลิตได้เฉลี่ย 4,047.54 ตันต่อวัน

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบแบบจำลองของจำนวนหม้อก่อนเพิ่มลูกหีบ และแบบจำลองของจำนวนหม้อหลังเพิ่มลูกหีบ

รายการหม้อ	จำนวนหม้อก่อนเพิ่มลูกหีบ (หม้อ)	จำนวนหม้อหลังเพิ่มลูกหีบ (หม้อ)
หม้อต้ม Pre1, Pre2 และ Pre3	3	6
หม้อต้ม 1A และ 1B	2	4
หม้อต้ม 2A	1	2
หม้อต้ม 3A	1	2
หม้อต้ม 4A และ 4B	2	4
หม้อต้ม 5A, 5B และ 5C	3	6
ชุดหม้อเคี้ยว	10	30

6. เอกสารอ้างอิง

- ชัยยะ ปานสังข์ (2554). การวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบย่อยโดยวิธีการจำลองสถานการณ์แบบมอนติคาร์โล. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- ชานินทร์ ศรีสุวรรณนภา, พัชรกัญญา บำรุง, พัฒดี โตสินธุ์, รักชนก อุทธรศรี และอัญญิกา วรยศ. (2558, กุมภาพันธ์). การจำลองสถานการณ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของแผนกอายุรกรรม ตึกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลพุทธโสธร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53, กรุงเทพฯ, 259-266.
- ธวัช ดินนังวัฒนะ (2543). การทำไร้อ้อยยุคใหม่. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย ศูนย์เกษตรอ้อยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- นทีกานต์ สุเมธสิทธิกุล (2556). ความรู้เบื้องต้น. (เอกสารประกอบการสอน), คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พัฒน์พงศ์ น้อยนวล และธัญญา วสุศรี (2555). การปรับปรุงกระบวนการขนส่งภายในคลังสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมน้ำตาล. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., 35(3), 323-334.
- รสรินทร์ วงคงคำ (2555, ตุลาคม). การจำลองสถานการณ์เพื่อวางแผนจัดภาพแบบระบบการจ่ายก๊าซ LPG ณ คลังปิโตรเลียม. การประชุมวิชาการชาวนานวัตกรรมอุตสาหกรรม, เพชรบุรี, 89-92.

- รุ่งรัตน์ ภิษฐ์เพ็ญ และกิริพัฒน์ เล็กสุขสมบูรณ์ (2553, กันยายน). **การจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจการควบคุมจังหวะสัญญาณไฟจราจร**. งานประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 ด้านการวิจัยดำเนินงาน, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย.
- ลือเดช ฤไกรศรี (2551). **กระบวนการปรับปรุงการสีข้าวโดยวิธีการ Simulation เพื่อลดปัญหาการรอคิวของรถบรรทุกข้าวเปลือก**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.
- วรา มินเสน และพรเทพ อนุสรณิตินสาร (2553). **จำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการค้นหาปัจจัยแบบไม่ต่อเนื่องที่มีความสำคัญต่อสายการผลิตโดยใช้วิธีโดเมนความถี่**. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 18(2), 69-82.
- สมภัสสร เอื้ออารีมิตร และธารทัศน์ โมกขมรรคกุล (2551). **การปรับปรุงผังโรงงานโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ : กรณีศึกษาของโรงงานผลิตเสื้อผ้าสำเร็จภาพ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุภาวดี ผลพันธ์, เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, สมพงษ์ เจษฎาธรรมสถิต, เสาวลักษณ์ ยอรัมย์ และไฉไล กองทอง. (2556). **การจำลองสถานการณ์ด้านโลจิสติกส์ของกระบวนการเก็บเกี่ยวและคัดบรรจุเสาวรสหวาน กรณีศึกษา พื้นที่ขยายผลโครงการหลวงบริเวณลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน**. **ประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6**, 206-210.
- Branislav, B., & Pavol, B. (2016, June). **Trends in Simulation and Planning of Manufacturing Companies**. *International Conference on Manufacturing Engineering and Materials*, 149, 571-575.
- Mohsen, J., Tillal, E., Aisha, N., Lampros, K.S., & Terry, Y. (2010). **Simulation in manufacturing and business: A review**. *European Journal of Operational Research*, 203(1), 1-13.
- Seleim, A., Azab, A., & AlGeddawy, T. (2012). **Simulation Methods for Changeable Manufacturing**. *The 45th CIRP Conference on Manufacturing Systems*, 179-184.
- Sharif, H.M., Nickolas, K.F., David, M., & Michelle, D. (2013). **Simulation optimization-based decision support tool for steel manufacturing**. *International Journal of Production Economics*, 141, 269-276.