

โครงการที่ 58/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การจัดตารางการอบรมไม่อบแห้งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

นายภูชีส์	รักสัตย์	รหัสนักศึกษา	580610604
นายอาณกร	นิทัศน์วิจิตร	รหัสนักศึกษา	590610363

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ การจัดตารางการสอบไม่สอบแห่งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

โดย	นายภูษิสส์	รักสัตย์	รหัสนักศึกษา 580610604
	นายอาณกร	นิทัศน์วิจิตร	รหัสนักศึกษา 590610363
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจรรวณิช		
ปีการศึกษา	2562		

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้นับโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

.....	ประธานกรรมการ
(ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจรรวณิช)	

.....	กรรมการ
(รศ.ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์)	

.....	กรรมการ
(อ.ดร.ชวิศ บุญมี)	

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “การจัดตารางการอบผลไม้อบแห้งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์”
โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจารุวานิช ที่ให้คำแนะนำ แนวคิด
ในการดำเนินโครงการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจารุวานิช ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆและคำแนะนำใน
การดำเนินงานวิจัยมาโดยตลอดภาคการศึกษา

ขอขอบพระคุณวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้านลุ่มช้าง ที่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับ
กระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำหรับค่าสนับสนุนการดำเนินการโครงการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ผู้ทำโครงการหวังว่าโครงการเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ศึกษา หากโครงการวิจัย
นี้มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อผิดพลาดนั้น

ภูษิสส์ รักสัตย์

อาณกร นิต์ฉวีจิตร

หัวข้อโครงการ	การจัดตารางการอบผลไม้อบแห้งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์			
โดย	นายภูษิสส์	รักสัตย์	รหัสนักศึกษา	580610604
	นายอาณกร	นิทัศน์วิจิตร	รหัสนักศึกษา	590610363
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อนิรุท ไชยจรรูวณิช			
ปีการศึกษา	2562			

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อจัดตารางการอบของผลไม้อบแห้งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์อาร์โน เริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิด ทำการสำรวจและทำการจับเวลาในแต่ละกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิด จากนั้นจึงนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์อาร์โนเพื่อสร้างแบบจำลองให้สามารถผลิตผลไม้ได้หลายชนิดในหนึ่งกระบวนการผลิตจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์หารูปแบบโมเดลของกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งที่จะใช้งานต่อไปให้ได้มีประสิทธิภาพที่สุด

โครงการวิจัยครั้งนี้พบว่ากระบวนการผลิตมีคอขวดที่กระบวนการอบผลไม้อบแห้ง ซึ่งทางผู้วิจัยจึงสร้างแบบจำลองสถานการณ์ขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ผลิตได้ใช้ต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยได้ทำการนำเสนอโมเดลแบบจำลองขึ้นมา 3 วิธีด้วยกันคือ ทำการผลิตผลไม้อบแห้งเพียงชนิดเดียวที่กระบวนการผลิตแบบเดิม ทำการผลิตผลไม้อบแห้งทั้งสองชนิด ดังนี้ มะม่วงและลำไย, มะม่วงและมะเขือเทศ, ลำไยและมะเขือเทศ เพื่อจัดการตารางการนำเข้าผลไม้แต่ละชนิดเพื่อเข้าการอบโดยที่มีตู้อบแปดตู้จึงสามารถจัดสรรลำดับการอบผลไม้ได้อย่างอิสระ ทำการผลิตผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิดพร้อมกันและดูแนวทางการเป็นไปได้ในการจัดการตารางการนำเข้าผลไม้แต่ละชนิดเพื่อเข้าการอบ โดยหลังจากสร้างแบบจำลองสถานการณ์แล้วจะนำค่าที่ได้จากแบบจำลองมาตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าสามารถทำได้จริงและจึงจะนำเสนอเป็นแนวทางในการผลิต

Name	Mr.Puchit Raksat	code	580610604
	Mr.Arnakorn Nitatwichit	code	590610363
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Adviser	Associate Professor Anirut chajjaruwanit, Ph.D.		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

The main objective of this project is to schedule fruit drying using the situation model to study the process of all three kinds of dried fruit production, Then the model was created by using the Arena Situation Modeling Program to create a model that can produce many kinds of fruit in one production process, then analyze the model of the dried fruit production process at Will use the oven as efficiently as possible.

This research project found that the production process has bottlenecks in the process of drying fruit drying. The researcher therefore created a situation model to guide the manufacturer to use the oven as efficiently as possible by presenting 3 model, which are one type of dried fruit is produced, one by one, in the original production process. Dried fruits are produced in two types as follows: Mango and Longan, Mango and Tomatoes, Longan and Tomatoes To manage the import schedule of each type of fruit for baking, with eight ovens, it is possible to freely allocate the drying sequence of the fruits, Produce all three kinds of dried fruits at the same time and look at the possibility of managing the import schedule of each type of fruit for drying. After creating the model, the values from the model will be inspected to ensure that it can be done and will therefore be presented as a production guide.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสถานการณ์	3
2.2 การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena)	5
2.3 การประมวลผลโปรแกรม	6
2.4 การวิเคราะห์ห้เข้ามุลรับเข้า	13
2.5 การวิเคราะห์กระบวนการน้าออก	
2.6 เทคนิคการศึกษางาน	
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการทำโครงการ	
3.1 ศึกษากระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งของวิสาหกิจชุมชน บ้านล้ามช้าง	15
3.2 รวบรวมข้อมูลเวลาในกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งและนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติ โดยใช้ โปรแกรม อินพุต อนาลิเซอร์ (Input Analyzer)	15
3.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena)	16
3.4 วิเคราะห์ปัญหาจากแบบจำลองสถานการณ์และนำเสนอแนวทางการจัดตารางตู้อบ	22
3.5 สรุปผลการดำเนินงาน จัดทำรายงานโครงการวิจัยและการนำเสนอ	22
บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัย	
4.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนและเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของผลิตภัณฑ์	23
4.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรมอารีนา (Arena)	24
4.3 วิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลในแต่ละกระบวนการ	37

สารบัญ (ต่อ)

4.4 วิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางการจัดตารางอบผลไม้	44
4.5 สร้างแบบจำลองสถานการณ์นำเสนอแนวทางการปรับปรุงตารางการอบ	45
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง	53
5.2 สรุปผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์	53
5.3 สรุปแนวทางการจัดตารางการอบผลไม้อบแห้ง	53
5.4 ปัญหาและอุปสรรค	54
บรรณานุกรม	55
ภาคผนวก ก ข้อมูลเวลาเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองโปรแกรม อาร์เรน่า (Arena)	56
ภาคผนวก ข ข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลา	64
ประวัติผู้เขียน	72

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง	23
4.2 แสดงค่า P-value และ การกระจายตัวทางสถิติ	24
4.3 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง	30
4.4 การกระจายตัวทางสถิติของลำไยอบแห้ง	31
4.5 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง	37
4.6 การกระจายตัวทางสถิติของมะเขือเทศอบแห้ง	37
5.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	54
ก-1 ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง (ปอกเปลือก)	57
ก-2 ผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง(จัดเรียงบนถาด)	58
ก-3 ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง(คว้านเมล็ด)	59
ก-4 ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง(จัดเรียงบนถาด)	60
ก-5 ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง (จิ้มเมล็ด)	61
ก-6 ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง (แกะถุง)	61
ก-7 ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง (จัดเรียงบนถาด)	62
ก-8 ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง (ต้มในกระทะ)	63

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 ผลิตภัณฑ์หลักของวิสาหกิจชุมชนบ้านลุ่มช้าง	23
2.1 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมอารีนา (Arena)	6
2.2 แสดงตัวอย่างการจำลองสถานภาพของ Flowchart view	7
2.3 แสดงตัวอย่างหน้าต่าง create module	7
2.4 แสดงตัวอย่างหน้าต่าง Process Module	8
2.5 แสดงหน้าต่าง Assign Module	11
2.6 แสดงตัวอย่าง Dispose Module	12
2.7 แสดงตัวอย่าง Replication Parameters	13
2.8 แสดงตัวอย่างการกระจายตัวของข้อมูล	15
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	17
3.2 กระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้ง	18
3.3 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง	19
3.4 กระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้ง	20
4.1 แบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้ง	25
4.2 แสดงโมดูล Create Mango	25
4.3 แสดงโมดูล Process cutting skin	26
4.4 แสดงโมดูล Process Array	26
4.5 โมดูล Batch to car	27
4.6 แสดงโมดูล Process heating	27
4.7 แสดงโมดูล Separate 1	28
4.8 แสดงโมดูล Process pick up	28
4.9 แสดงโมดูล Process packing	29
4.10 แสดงโมดูล Dispose 1	30
4.11 แสดงจำลองสถานการณ์ของลำไยอบแห้ง	31
4.12 แสดงโมดูลกระบวนการก่อนอบลำไย	32
4.13 แสดงโมดูล Create 5	32
4.14 แสดงโมดูล Process cutting skin	32
4.15 แสดงโมดูล Process cutting press	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.17 แสดงโมดูล Batch to car	34
4.18 แสดงโมดูล Process heating	34
4.19 แสดงโมดูล Separate 1	35
4.20 แสดงโมดูลที่เกี่ยวข้องกันหลังจากการอบลำไย	35
4.21 แสดงโมดูล Process pick up	36
4.22 แสดงโมดูล Process packing	36
4.23 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนกระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้ง	38
4.24 แสดงโมดูลเกี่ยวข้องกับการนำเข้าวัตถุดิบและกระบวนการเจาะเมล็ด	38
4.25 แสดงโมดูล Create Tomato	39
4.26 แสดงโมดูล Process Jee	39
4.27 แสดงเส้นทางที่วัตถุดิบผ่านกระบวนการแช่น้ำปูนใสและการต้ม	40
4.28 แสดงโมดูล Process hold seed	40
4.29 แสดงโมดูล Process wait	41
4.30 แสดงโมดูล Process Boiler	41
4.31 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านกระบวนการจัดเรียงและการอบ	42
4.32 แสดงข้อมูลของโมดูล Process array	42
4.33 แสดงข้อมูลของโมดูล Process heating	43
4.34 แสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านกระบวนการตากและบรรจุ	43
4.35 แสดงโมดูล Process wait	44
4.36 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้ง	45
4.37 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยอบแห้ง	45
4.38 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยอบแห้ง	45
4.39 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้ง	46
4.40 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้ง	46
4.41 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้งแบบจัดตารางตู้อบใหม่	47
4.42 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้งแบบจัดตารางตู้อบใหม่	47
4.43 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้ง	48
4.44 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้ง	48
4.45 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบจัดตารางตู้อบ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.46 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบจัดตาราง ดูใหม่	49
4.47 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้ง	49
4.48 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้ง	49
4.49 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบจัดตารางดู ใหม่	
4.50 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบจัดตาราง	50
ข-1 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการปกเปลือกมะม่วง	65
ข-2 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการหั่นและจัดเรียงมะม่วง	65
ข-3 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการคัดแยกมะม่วง	66
ข-4 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์มะม่วง	66
ข-5 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการปกเปลือกและคว้านเมล็ดลำไย	67
ข-6 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการจัดเรียงลำไย	67
ข-7 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการคัดแยกลำไย	68
ข-8 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์ลำไย	68
ข-9 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการเจาะเมล็ดมะเขือเทศ	69
ข-10 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการแช่น้ำปูนใส	69
ข-11 การกระจายตัวของกระบวนการต้มมะเขือเทศ	70
ข-12 การกระจายตัวของกระบวนการจัดเรียงมะเขือเทศ	70
ข-13 การกระจายตัวที่สถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์ ของมะเขือเทศอบแห้ง	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของของปัญหาที่ทำโครงการ

การแปรรูปโดยการนำผลไม้ผ่านกระบวนการอบแห้งเป็นวิธีการแปรรูปชนิดหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมนักมากและสามารถนำมาผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้และสามารถจำหน่ายภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศในลักษณะเป็นอาหารเพื่อการบริโภคในลักษณะอาหารว่างและรับประทานเล่นซึ่งยังคง กลิ่นและรสชาติของผลไม้ชนิดนั้นอยู่ ปัจจุบันธุรกิจผลไม้อบแห้งมีการเติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้านลำช้าง ก่อตั้งขึ้นในปี พ 2557 .ศ.เกิดจากการรวมตัวกันของเกษตรกรชาวบ้านจัดตั้งกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งเกษตรกรทุกคนที่เป็นสมาชิกกลุ่มเป็นเจ้าของกิจการ และได้รวบรวมผลผลิตทางการเกษตรที่ได้คัดสรรคุณภาพ ทั้งจากสมาชิกและไม่ใช่มชิก เพื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง โดยผลิตภัณฑ์หลักของวิสาหกิจชุมชนบ้านลำช้าง ได้แก่ กล้วยอบแห้ง มะม่วงอบแห้ง ลำไยอบแห้ง แก้วมังกรอบแห้ง ดังตัวอย่างภาพ 1.1



ภาพ 1.1 ผลิตภัณฑ์หลักของวิสาหกิจชุมชนบ้านลำช้าง

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นทางวิสาหกิจชุมชนบ้านลุ่มช้าง มีปัญหาที่พบคือ มีการรอคอยงานในกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการสูญเสียเวลาในกระบวนการผลิต เกิดการผลิตมากเกินไป (Over production) ในบางขั้นตอนของกระบวนการผลิตทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ด้วยโปรแกรมอารีนา เพื่อช่วยหาแนวทางในปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

จัดตารางการอบผลไม้อบแห้งแบบหลายชนิดพร้อมกันโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ทำการศึกษา ณ วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้านลุ่มช้าง

1.3.2 ศึกษากระบวนการผลิตของผลไม้อบแห้งของผลไม้อบแห้งอย่างน้อยสามชนิด เริ่มจากกระบวนการจัดเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการอบ กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองโดยโปรแกรมจำลองสถานการณ์อารีนา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง

1.4.2 ได้นำเสนอแนวทางการจัดตารางการอบผลไม้อบแห้งแบบหลายชนิดพร้อมกันโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ ที่สร้างด้วยโปรแกรมอารีนาและเปรียบเทียบแบบจำลองกระบวนการผลิตแบบเก่าและใหม่

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแบบจำลองสถานการณ์

แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือ การนำเสนอหรือการจำลองลักษณะของระบบอื่นๆ ตลอดช่วงเวลาที่น่าสนใจ โดยวิธีการสร้างตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบงานนั้น และศึกษา สังเกต หรือทดสอบแบบจำลองนั้นในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่ออธิบายพฤติกรรมของระบบงานและ ผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น แบบจำลองสถานการณ์ จึงเป็นเครื่องมือช่วยในการ บริหารงานและทดสอบทางเลือกต่างๆ เพื่อตัดสินใจเลือกทางที่ดีที่สุด เทคนิคการจำลองสถานการณ์ ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อแก้ปัญหาเนื่องจาก

วิธีการจำลองสถานการณ์เป็นเพียงวิธีการเดียวที่จะนำไปใช้ได้เนื่องจากการศึกษา หรือ วิเคราะห์จากระบบจริงทั้งระบบเป็นเรื่องยาก

ยากที่จะหาคำตอบด้วยวิธีเชิงปริมาณธรรมดา

การศึกษาจากระบบจริงเสียค่าใช้จ่ายสูงและเสียเวลามาก

การทดสอบหรือสังเกตจากระบบจริงทั้งระบบ มีวิธีการที่แตกต่างกันมากเกินไปยุ่งยากใน การศึกษา

ระบบ Simulation จะแบ่งเป็นส่วนหลักๆคือ

Computer Simulation คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองลักษณะการทำงานของระบบที่ สนใจตลอดเวลาหรือเฉพาะช่วงเวลาที่น่าสนใจ

Program variable หรือ State variable เป็นตัวแปรซึ่งใช้เป็นสื่อกลางในการแสดงถึง สถานะปัจจุบันของระบบที่จำลอง

simulation Program จะเปลี่ยนค่าของ State variable เพื่อที่จะนำไปพัฒนาแบบจำลอง ไปตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ

รูปแบบของเวลาที่มีการใช้งานในระบบ Simulation

การทำงานออกเป็นสองประเภท คือ Continuous time simulation และ discrete time simulation โดยที่แต่ละแบบนี้จะมีลักษณะการทำงานที่ต่างกัน การเลือกใช้จึงควรเลือกให้ เหมาะกับลักษณะของงาน

2.1.1 Continuous time simulation Continuous time simulation เป็นระบบจำลองที่ให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นระหว่างการทำงานของ แบบจำลองจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้นก็ตาม ซึ่งลักษณะของ แบบจำลองที่ได้มักจะขึ้นกับสมการที่จะนำมาใช้ในการอธิบายแบบจำลอง แบบจำลองที่เหมาะสม กับการทำงานแบบนี้ มักจะเป็นแบบจำลองที่ต้องการความต่อเนื่องในการทำงาน

2.1.2 Discrete time simulation discrete time simulation เป็นระบบจำลองที่ให้ความสนใจการเปลี่ยนแปลงใน ลักษณะเป็นช่วงของเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง คือ ไม่ต้องเก็บข้อมูลตลอดเวลาที่จำลองการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งเป็นรูปแบบย่อยๆ ได้ 2 รูปแบบ คือ

- Event stepped เป็นแบบจำลองที่จะสนใจต่อเหตุการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นการเลื่อนไปของเวลาที่ใช้ในแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ต่างๆ หากมีเหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นจึงจะมีการเลื่อนไปของเวลา แบบจำลองที่มีความเหมาะสม เช่น แบบจำลอง ของสนามบินอย่างง่ายซึ่งจะสนใจการขึ้นและลงของเครื่องบิน นั่นคือจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อ เครื่องบินมีการบินขึ้นและบินลงในสนามบิน

- Time stepped เป็นแบบจำลองที่จะเก็บข้อมูลเป็นช่วงๆ ของเวลา ดังนั้น เวลาที่จะใช้ในการ ทำงานจะมีการเลื่อนไปด้วยอัตราคงที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับกำหนดของแบบจำลอง เช่น แบบจำลอง การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำของทะเล ซึ่งจะเก็บการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ครึ่งชั่วโมง

โปรแกรมอารีนา (Arena) คือ เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างโมเดลจำลอง ของปัญหาเพื่อให้เห็นถึง ผลดี ผลเสีย และได้ทางเลือกที่ดีที่สุดก่อนลงมือปฏิบัติจริง สามารถจำลองได้หลายรูปแบบเพื่อช่วย ในการวิเคราะห์พฤติกรรมและวัดผลการทำงานที่เกิดขึ้นให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงในส่วนที่กระทบกับการทำงานจริง ช่วยลดต้นทุนในการดำเนินงาน ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าโดยที่ประโยชน์ของ อารีนา มีดังนี้

- สามารถใช้อารีนาสร้างโมเดลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธุรกิจ

- สามารถนำผลลัพธ์จาก แบบจำลองสถานการณ์อารีนา มาช่วยวิเคราะห์และแก้ไข ปัญหาได้อย่างถูกวิธีเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการวางแผนปรับเปลี่ยนนโยบายการทำงาน

- สามารถใช้อารีนาช่วยวิเคราะห์และทดลองการปรับเปลี่ยนจำนวนพนักงาน ให้บริการที่เหมาะสม เพื่อลดปัญหาการรอคอย

- สามารถใช้อารีนาสร้างโมเดลที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้า และปรับเปลี่ยนเส้นทางการขนส่ง เช่น re-route, re cluster เพื่อหาต้นทุนการขนส่ง

- สามารถใช้อารีนาสร้างโมเดล ที่เกี่ยวข้องกับการขนย้าย (Material Handling) บริเวณท่าเรือขน container หรือโกดังสินค้า เป็นต้น

- สร้าง แอนิเมชัน ช่วยให้ผู้บริหารสามารถมองเห็นภาพและเพิ่มความเชื่อมั่นในการตัดสินใจ

- หาระยะเวลาของการผลิต (Process time), รอบการผลิต (Cycle time), แนวทางลดช่วงเวลาการผลิต (Manufacturing lead time) และความเสี่ยงในการลงทุน เป็นต้น

ช่วยทดสอบหาคอขวด ในระบบ และเพิ่ม การใช้ประโยชน์ (Utilization)
ช่วยทำการจัดสมดุลการผลิตและหาขนาดชุดการสั่งซื้อ ที่เหมาะสม
แผนเพิ่มประสิทธิภาพ

2.1.3 การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน (Work Study) คือการศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่างๆ เพื่อปรับปรุง การทำงานให้ดีขึ้น และใช้ประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานของการทำงานและเวลาทำงาน รวมไปถึงการใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่งเสริมงานบุคลากรนำไปสู่การเพิ่มผลผลิต

2.1.4 การศึกษาวิธีการทำงาน (Method Study) หมายถึงการศึกษาวิธีการทำงาน จากการบันทึก และวิเคราะห์วิธีการทำงานขององค์การที่กำลังทำอยู่ เพื่อเสนอวิธีการทำงานแบบใหม่ อย่างมีระบบ และประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การศึกษา วิธีการ ทำงานจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการในการทำงาน ให้มีความเหมาะสมกับการ ปฏิบัติงาน
ขั้นตอนของการศึกษาวิธีการทำงานพอสรุปได้ดังนี้

- การเลือกงาน
- การเก็บข้อมูลวิธีการทำงาน
- การวิเคราะห์วิธีการทำงาน
- การปรับปรุงวิธีการทำงาน
- การเปรียบเทียบวัดผลการทำงาน
- การพัฒนามาตรฐานวิธีการทำงาน
- การส่งเสริมใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว
- การติดตามการใช้วิธีการทำงานที่ปรับปรุงแล้ว

2.1.5 แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process Chart) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้บันทึก กระบวนการผลิตหรือวิธีการทำงานให้อยู่ในลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย ในแผนภูมินี้จะ แสดงถึงขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยจะเริ่มเขียนตั้งแต่รับวัตถุดิบเข้ามาถึง โรงงาน แล้วติดตามบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับวัตถุดิบนั้นไปเรื่อย ๆ ทุกขั้นตอน เช่น ถูกลำเลียงไป ยังห้องเก็บ ถูกตรวจสอบ ถูกเปลี่ยนรูปร่างโดยเครื่องจักร จนกระทั่งเป็นชิ้นส่วนหรือนำไปประกอบ เป็นผลิตภัณฑ์ ในแผนภูมิกระบวนการผลิตจะใช้สัญลักษณ์แสดงถึงความหมายต่าง ๆ ซึ่งสามารถ ดัดแปลงเพื่อนำไปใช้กับงานอย่างอื่นได้

Operation	การใช้มือ หยิบ จับ จัดวาง หรือปล่อยสิ่งของ
Transportation	การเคลื่อนมือจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง

Delay

การที่มีอว่างโดยไม่ได้ทำอะไร

Hold

การถือของในมือเพื่อรองานหรือให้มืออีกข้างหนึ่งทำงาน

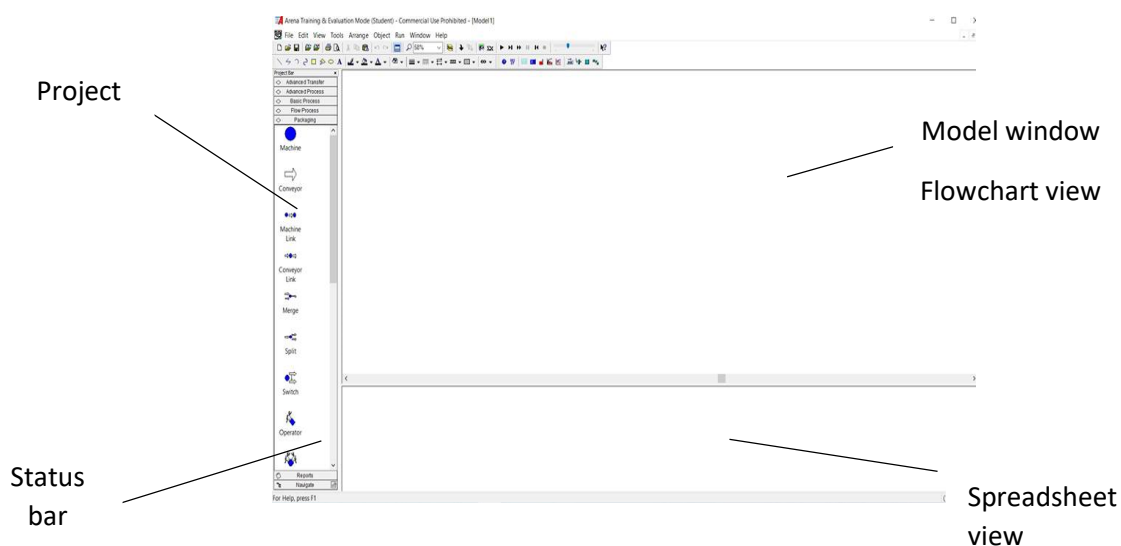
2.1.6 การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) เพื่อหาเวลาส่วนงานย่อย โดยใช้การจับเวลาอย่างแม่นยำซึ่งจะต้องมีการแบ่งงาน และมีการกำหนดเวลา มาตรฐานไว้ด้วย

2.2 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีน่า (Arena)

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมอารีน่า (Arena) จะพบหน้าต่างการทำงานซึ่งประกอบไปด้วย Project bar ส่วนนี้ใช้สำหรับมองหาหน่วยประกอบต่างๆ ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบจะเรียกว่า โมดูล (Module) มีไว้สำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ Flowchart module ใช้สำหรับจำลองโครงสร้างขั้นตอนการทำงานของระบบและ Spreadsheet module ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ ที่สามารถนำมาคำนวณเพื่อประมวลผลในแบบจำลองสถานการณ์

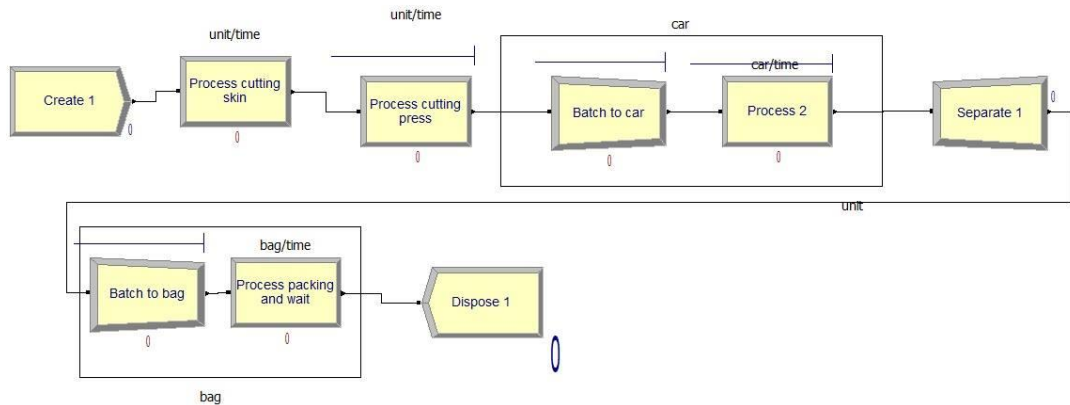
Flowchart view คือส่วนที่ใช้แสดงการเชื่อมต่อของ Flowchart module ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อแสดงกระบวนการทั้งหมดของระบบและสร้างภาพเคลื่อนไหวให้กับระบบจำลองสถานการณ์อีกด้วย

Spreadsheet view เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการใส่ข้อมูลซึ่งจะสัมพันธ์กับโครงสร้างเสมอและจากรายละเอียดข้างต้นสามารถแสดงตัวอย่างของแบบจำลองสถานการณ์ได้ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมอารีน่า (Arena)

จากภาพ 2.1 สามารถแสดงตัวอย่างการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ได้ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 แสดงตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ของ Flowchart view

โดยในขั้นตอนแรกใส่ create module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับเริ่มต้นสร้าง Entity เข้ามาในแบบจำลอง เช่น รับวัตถุดิบผลไม้ เวลาของการทำงานในส่วนต่างๆ เป็นต้น ดังภาพ 2.3

ภาพ 2.3 แสดงตัวอย่างหน้าต่าง create module

จากภาพข้างต้นสามารถอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของหน้าต่าง Create module ได้ดังนี้

- Name คือชื่อที่ใส่ไว้และจะไปปรากฏใน Module
- Entity คือการตั้งชื่อให้กับวัตถุที่เข้ามาในโมดูล
- Type คือการเลือกประเภทของการมาถึงของวัตถุและมีให้เลือกถึง 4 ประเภทคือการมาแบบสุ่ม แบบคงที่ แบบมีตารางเวลาการมาถึงของวัตถุและแบบสูตร
- Value คือการใส่ค่าช่วงเวลาห่างของการมาถึง กรณีเลือกประเภทสูตรในช่องนี้จะใช้ใส่การแจกแจงที่ต้องการแทน

- Unit คือการเลือกหน่วยเวลาของช่วงเวลาการมาถึงตามค่าที่ใส่ใน Value โดยมีหน่วยวินาที นาที ชั่วโมง และเลือกวันได้
- Schedule คือกรณีเลือกประเภทแบบมีตารางเวลาการมาถึงของวัตถุ จะไม่มีช่อง Value และ Unit ปรากฏแต่จะมีช่องตารางชื่อตารางเวลาการมาถึงของวัตถุปรากฏอยู่แทนไว้
- Entities คือการใส่จำนวนวัตถุที่มาถึงระบบในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ต่อครั้งของการมาถึง ระบบทั่วไปจะมีหนึ่งวัตถุมาถึงและมาท่างกันในช่วงเวลาที่กำหนดแต่ในบางระบบวัตถุมีหลายวัตถุพร้อมกัน

จากการสร้าง Process module เพื่อนำวัตถุเข้ามาเพื่อนำวัตถุเข้ามาทำงานในระบบสายการผลิตโดยใส่ข้อมูลใน Process module เพื่อกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมและระบุรายชื่อทรัพยากรที่เรียกใช้ ดังภาพ 2.4

ภาพ 2.4 แสดงตัวอย่างหน้าต่าง Process Module

จากข้างต้นจะอธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ของ Process Module

- Name คือชื่อที่ใส่ไว้ในช่องนี้และจะไปปรากฏที่บนโมดูล
- Type คือการเลือกประเภทของคุณลักษณะเฉพาะของระบบภายในโมดูลมีให้เลือก 2 ประเภท คือ Standard หรือ Submodel

- Action คือปฏิบัติการของกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในโมดูล มีให้เลือก 4 ปฏิบัติการซึ่งหน้าต่านี้จะไม่ปรากฏขึ้นถ้าเลือกประเภทของระบบภายในโมดูลแบบ Submodel
- Delay คือปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลา ในการทำกิจกรรมแต่ไม่ต้องการทรัพยากร
- Seize Delay คือปฏิบัติการจองจำนวนทรัพยากรมาทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ โดยอาศัยช่วงเวลา Delay ในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้น จะมีการปล่อยทรัพยากรให้ว่างเพื่อให้ทรัพยากรนั้นสามารถทำกิจกรรมกับวัตถุกับวัตถุถัดไปได้
- Delay Release คือปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลาในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้น จะมีการปล่อยทรัพยากรให้ว่างโดยการเพิ่มหน้าต่าทรัพยากรเข้ามาจากนั้นระบุชื่อทรัพยากรที่ต้องการส่งต่อให้วัตถุอื่นเรียกใช้ทรัพยากรได้
- Priority คือลำดับความสำคัญของวัตถุที่รอคอยเพื่อเรียกใช้ทรัพยากรในโมดูล
- Delay Type คือประเภทของช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม โดยจะมี 5 ประเภทซึ่งอยู่ในรูปของลักษณะการแจกแจงช่วงเวลาการทำการกิจกรรม ดังนี้

Constant	คือเวลาที่ใช้ในการทำการกิจกรรมเป็นคงที่
Normal	คือเวลาที่ใช้ในการทำการกิจกรรมเป็นนอร์มอล
Triangular	คือเวลาที่ใช้ในการทำการกิจกรรมเป็นแบบสามเหลี่ยม
Uniform	คือเวลาที่ใช้ในการทำการกิจกรรมเป็นแบบยูนิฟอร์ม

Expression คือการเลือกรูปแบบของการแจกแจงที่ไม่ปรากฏข้างต้น โดยช่องนี้ผู้สร้างต้องสร้างต้องใส่ค่าให้ตัวแปรเสริม (Parameters) ที่จำเป็นเข้าไปเพื่อเข้าให้ทำให้ข้อมูลแจกแจงสมบูรณ์

- Units คือการเลือกหน่วยเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมโดยมีหน่วย วินาที นาที ชั่วโมง วัน
- Allocation คือการเลือกกำหนดวิธีจัดสรรเวลาให้กับวัตถุถือว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นกับวัตถุใดควรได้รับการจัดสรรไปสู่ข้อมูลใด
- Record Entity คือถ้ามีการคลิกเครื่องหมายถูกที่นี่ แสดงถึงการกำหนดให้บันทึกลงไปในรายงานผลด้านมูลค่าเพิ่มทางสถิติของตัววัตถุใดให้บันทึกลงในรายงานผลด้านกระบวนการ

ข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่า Resource

- Type คือการเลือกประเภทของทรัพยากรแบบระบุชื่อทรัพยากรหรือกลุ่มทรัพยากร
 - Resource name คือการระบุชื่อของทรัพยากรที่จะถูกใช้หรือปล่อยออก ช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกประเภทของทรัพยากรเป็นแบบระบุชื่อทรัพยากร
 - Set name คือระบุชื่อของทรัพยากรที่สมาชิกจะถูกใช้หรือปล่อยออกมาซึ่งช่องนี้จะปรากฏออกมาเมื่อเลือกประเภทของทรัพยากรเป็นแบบกลุ่มทรัพยากร (Set)
 - Selection Rule คือกฎในการเรียกใช้ทรัพยากรจากกลุ่มทรัพยากรหรือปล่อยออกของทรัพยากรจากกลุ่มที่ระบุไว้ใน Set name ช่องนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อเลือกประเภทของทรัพยากรเป็นแบบกลุ่มทรัพยากรใน Selection Rule จะมีให้เลือกถึง 6 กฎดังนี้

Cyclical คือวัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากทรัพยากรไหนที่ว่างก่อนให้เรียกใช้ทรัพยากรนั้นก่อน

Random คือวัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากการสุ่มเรียกใช้ทรัพยากรจากทรัพยากรที่ว่าง

Perferred order คือวัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากลำดับทรัพยากรที่เรียงลำดับไว้ในสมาชิกของ Set Spreadsheet Module โดยไม่สนใจว่าทรัพยากรไหนว่างก่อน

Spedific member คือระบุทรัพยากรที่ต้องการเรียกใช้หรือปล่อยออก เช่น เมื่อ วัตถุติดทำกิจกรรมเสร็จสิ้นและวัตถุติดต้องการปล่อยทรัพยากรให้ว่างตามค่าดัชนีตำแหน่งลำดับของทรัพยากรที่ระบุใน Set index

Largest remaining capacity คือวัตถุติดที่เรียกใช้ทรัพยากรที่ว่างจากทรัพยากรที่มีกำลังการผลิตคงเหลือมากที่สุดจะเรียกใช้ก่อน

Smallest Number Busy คือวัตถุติดที่เรียกใช้ทรัพยากรที่ว่างจากทรัพยากรมีจำนวนครั้งการทำงานน้อยสุดก่อนจะถูกเรียกใช้ก่อน

- Save Attribute คือการใช้คุณสมบัติเฉพาะให้กับวัตถุติดโดยคุณสมบัตินี้จะเก็บค่า Set index ที่แสดงตำแหน่งลำดับของทรัพยากรใน Set Spreadsheet Module ทำให้วัตถุติดสามารถอ้างอิงชื่อของทรัพยากรที่ถูกเรียกใช้ หรือปล่อยออกได้

- Set index คือค่าดัชนีคุณสมบัติเฉพาะเพื่อแสดงตำแหน่งลำดับของทรัพยากรใน Set Spreadsheet Module ช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกกฎในการเลือกใช้ทรัพยากรแบบ Specific member

- Quantity คือจำนวนทรัพยากรที่จะถูกเรียกใช้จากทรัพยากรที่กำหนดหรือจากกลุ่มทรัพยากร

ในส่วนของ Assign Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ให้ตัวแปร (Variable) คุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ชนิดของวัตถุติด (Entity type) ภาพของวัตถุ (Entity Picture) หรือระบุตัวแปรอื่นๆ (Other) โดยการกำหนดหน้าที่สามารถ ทำได้หลายสามารถทำได้หลายหน้าที่ในหน่วยในหน่วยโมดูลเดียวกัน ดังภาพ 2.5

ภาพ 2.5 แสดงหน้าต่าง Assign Module

จากรูปข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Assign Module

- Name คือชื่อที่ใส่ไว้ในช่องนี้ จะปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล
- Assignment คือการกำหนดหน้าที่อย่างน้อยหนึ่งอย่างให้กับวัตถุเมื่อวัตถุเข้ามาในโมดูลนี้การกำหนดหน้าที่ทำได้โดยคลิกปุ่ม Add จะปรากฏหน้าต่างย่อย

ในส่วนของ Decide module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุที่จะเป็นไปในเส้นทางใดแต่ละวัตถุสามารถเลือกทางให้กับตนเองได้เพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น แต่เมื่อมีเกณฑ์การตัดสินใจสองเกณฑ์ใหญ่ๆ คือใช้เกณฑ์ของโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ในการตัดสินใจ หรือใช้เงื่อนไขในการตัดสินใจ ดังภาพ 2.6

จากภาพข้างต้นจะสามารถอธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Decide Module ดังนี้

- Name คือชื่อที่ใส่ไว้ในช่องนี้ จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล
- Type คือเกณฑ์ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือก มีให้เลือก 4 ประเภท คือ

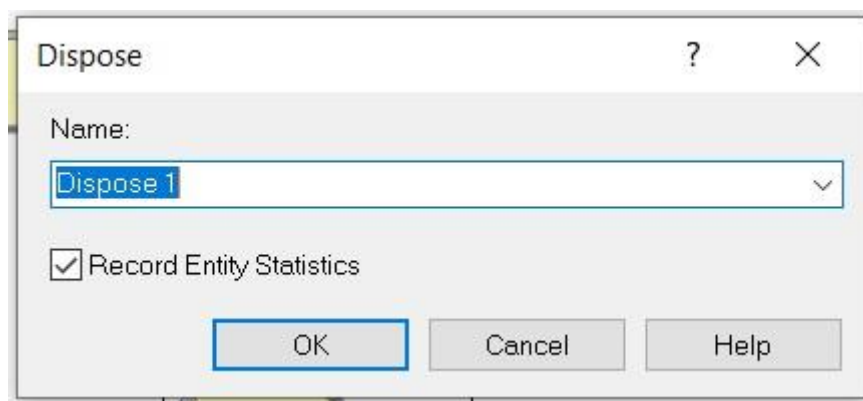
2-way by Chance มีทางให้เลือกโดยใช้เกณฑ์ของโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ในการตัดสินใจสองทางถ้าเลือกเกณฑ์นี้ จะปรากฏ Percent True (0-100) ให้เติมค่าโอกาสที่น่าจะเป็นจริงลงไปและโมดูลนี้จะมีสองทาง คือ จริงและเท็จ

N-way by condition มีทางให้เลือกโดยใช้เงื่อนไขในการตัดสินใจสองเงื่อนไขคือ เงื่อนไขเป็นจริง กับเท็จ โดยเงื่อนไขจะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวเลือกเหล่านี้คือ ตัวแปร ชนิดของวัตถุและสูตร

N-way by chance วัตถุเลือกได้เพียงหนึ่งทางเลือกจากทางเลือกของโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ N ทาง ถ้าเลือกเกณฑ์นี้การใส่ค่าโอกาสในแต่ละทางเลือก ทำได้โดยการคลิกปุ่ม Add จะปรากฏหน้าต่างเงื่อนไข และมีช่องให้เติมค่าโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ในหน้าต่างนี้ N-1 ข้อมูล

N-way by condition วัตถุเลือกทางเลือกได้เพียงหนึ่งทางจาก N ทางโดยใช้เกณฑ์ของเงื่อนไขในการตัดสินใจ ถ้าเลือกเกณฑ์นี้ การใส่ค่าเงื่อนไขให้กับทางเลือก โดย การคลิกปุ่ม Add จะปรากฏหน้าต่างเงื่อนไขให้เติมสมการเงื่อนไขลงไป ถ้ามี N เงื่อนไขให้ใส่เงื่อนไขในหน้าต่าง N-1 เงื่อนไข จึงจะทำให้โมดูลนี้มีทางออก N ทางเพราะอีกหนี่งทางคือ ทางที่จะทำให้ N-1 เงื่อนไขข้างต้นเป็นเท็จ

ส่วนสุดท้าย Dispose Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจ (Entity) วัตถุจะออกจากระบบแบบจำลองและแสดงถึงการเสร็จสิ้นของการเก็บข้อมูลพื้นฐานทางสถิติของข้อมูลนั้น ดังภาพ 2.6



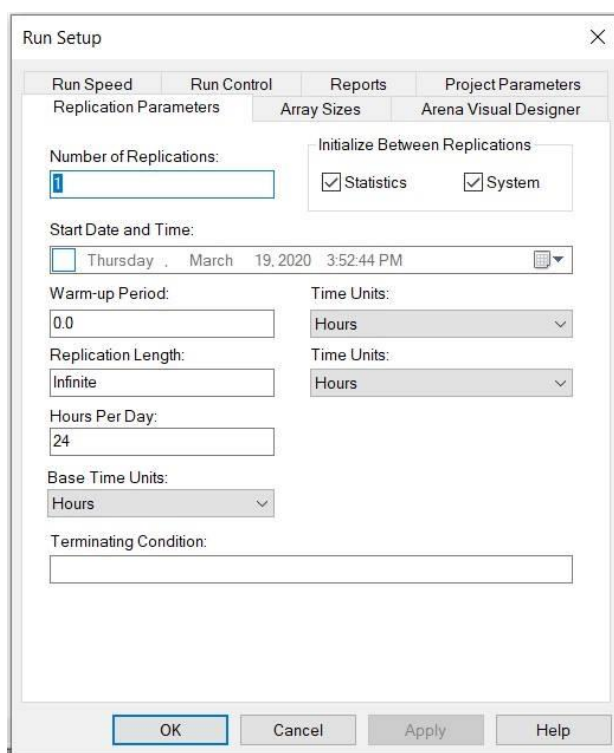
ภาพ 2.6 แสดงตัวอย่าง Dispose Module

เนื่องจากข้อมูลของทรัพยากรนั้นในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะต้องมีการกำหนดว่าทรัพยากรที่เราต้องการจะศึกษามีกำลังการผลิตแบบใด โดยประเภทของทรัพยากรสามารถแบ่งกำลังการผลิตออกเป็น การแบบผลิตแบบคงที่ หรือกำลังการผลิตแบบไม่คงที่ โดยกรณีนี้ที่ประเภทการผลิตทรัพยากรเป็นแบบกำลังการผลิตไม่คงที่โปรแกรมอาร์นาสามารถกำหนดตารางการทำงานให้กับทรัพยากรได้ใน Schedule Spreadsheet Module เพราะบางครั้งทรัพยากรไม่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาโดยเราจะต้องมากำหนดประเภทที่ได้กับทรัพยากรตามตัวอย่าง

- Name คือชื่อทรัพยากร
- Type คือประเภทของทรัพยากรมีให้เลือก 2 ประเภท ประกอบด้วยแบบมีกำลังการผลิตคงที่และแบบมีกำลังการผลิตแบบไม่คงที่ขึ้นอยู่กับตารางกำหนดเวลา
- Capacity คือจำนวนของทรัพยากรที่มีโดยทรัพยากรทุกตัวมีลักษณะที่เหมือนกันจะต้องระบุจำนวนเต็มบวกและช่องนี้จะปรากฏเมื่อประเภททรัพยากรเป็นแบบกำลังการผลิตคงที่
- Schedule name คือชื่อตารางกำหนดเวลาการทำงานและช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกประเภทของทรัพยากรแบบกำลังการผลิตไม่คงที่ขึ้นอยู่กับตารางกำหนดเวลา
- Schedule Rule คือการเลือกกฎการบริการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิตตามตารางกำหนดเวลาและช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกประเภทของทรัพยากรแบบกำลังการผลิตไม่คงที่ขึ้นอยู่กับตารางกำหนดเวลา มีให้เลือกสามแบบคือ Ignore, Wait, Preempt โดยรูปแบบการใช้กฎของการบริการต่างๆในโมดูลแสดงตารางกำหนดเวลา (Resource Spreadsheet module)

2.3 การประมวลผลโปรแกรม

การประมวลผลโปรแกรมอารีน่า (Arena) สามารถทำได้โดยเลือกแถบเครื่องมือ Run > setup เลือกแถบเครื่องมือ Replication Parameter จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ 2.7 เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดขอบเขตการประมวลผลโดยป้อนข้อมูลที่ใช้ในการประเมินลงในช่องรับข้อมูล กำหนดรูปแบบการประมวลผลที่เป็นระบบที่มีการสิ้นสุด (Termination System) ซึ่งเป็นระบบที่มีการสิ้นสุดการประมวลผลที่แน่นอนด้วยเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสามารถประมวลผลซ้ำได้มากกว่าหนึ่งครั้ง (Number of Replication)



ภาพ 2.7 แสดงตัวอย่าง Replication Parameters

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า

การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์จำเป็นต้องมีการนำเข้าข้อมูลรับเข้าใส่ให้กับระบบจำลองสถานการณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ เช่น ระยะเวลาในการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอนและเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของการแจกแจง ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญแบบจำลองสถานการณ์เป็นอย่างมากเพราะถ้าผู้วิเคราะห์ใส่รูปแบบการแจกแจงไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์จะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ไม่ถูกต้องตามไปด้วย

Input Analyzer เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรมอารีน่า เครื่องมือนี้จะใช้เพื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลที่ป้อนเข้าไปว่ามีค่าการกระจายตัวแบบใดและเครื่องมือนี้ยังมีความสามารถสร้างกลุ่มข้อมูลแบบสุ่มให้มีลักษณะการกระจายตัวตามที่ต้องการได้ โดยสามารถเรียกใช้งาน ได้ 2

ช่องทางคือเมนู Start > Program Files > Rockwell software > Arena > Input analyzer หรือเมื่อเข้าสู่โปรแกรมอารีนาให้เข้าไปที่เมนู Tools > Input analyzer ขั้นตอนในการใช้ Input Analyzer ขั้นตอนแรกคือต้องเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการจะศึกษา จากนั้นให้นำข้อมูลที่ได้ป้อนเข้าไปในไฟล์ Excel หรือ Notepad แล้วทำการบันทึกให้เป็นนามสกุลของไฟล์ใหม่เป็น “ชื่อไฟล์.txt” หรือ “ชื่อไฟล์.dst”

หลังจากนั้นจะต้องการ input ข้อมูลด้วยเมนู File > Data File > Use Existing เลือกไฟล์ที่ต้องการจะทดสอบค่าการกระจายแล้วทำการเลือกคำสั่ง Fit > Fit All จะปรากฏหน้าต่างแสดงรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลและสามารถทำการตรวจสอบว่าการกระจายตัวนั้นเหมาะสมหรือไม่ โดยการตรวจสอบค่า P-value ว่ามีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ (significance level) หรือไม่จากการตั้งสมมุติฐานที่ว่า

H_0 : ข้อมูลมีการกระจายตัวตามแบบที่ต้องการทดสอบ

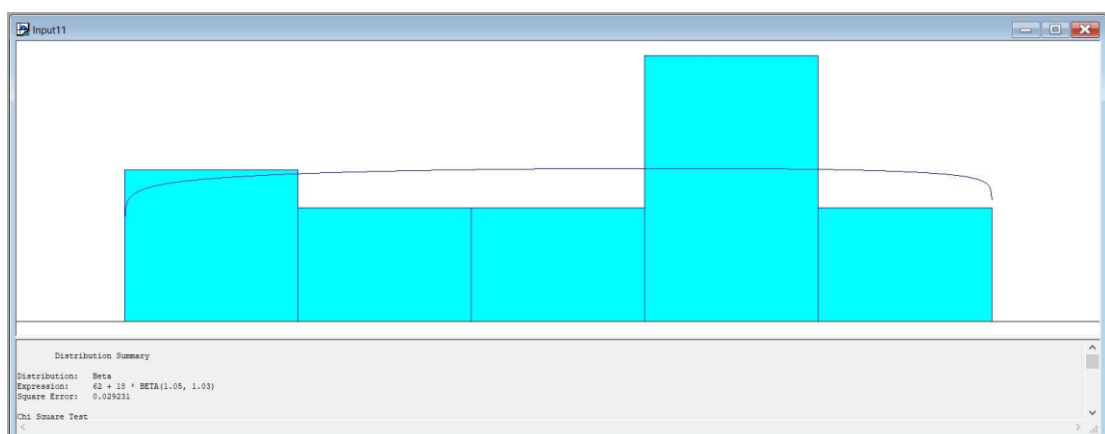
H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายตัวตามแบบที่ต้องการทดสอบ

โดยโปรแกรมอารีนา (Arena) มีวิธีการทดสอบสมมุติฐานการกระจายตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of fit test) มี 2 วิธีด้วยกันดังนี้

- วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Komogorov-Smirnov Test) พหุทดสอบในกรณีที่มีข้อมูลน้อยกว่า 50 ข้อมูล

- วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi Square Test) ใช้ทดสอบในกรณีข้อมูลอย่างน้อย 50 ข้อมูล

โดยทั้งสองวิธีนี้ โปรแกรมอารีนาจะคำนวณค่า P-value ที่ได้จากการทดลองสมมุติฐาน ถ้าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าระดับนัยสำคัญจะยอมรับสมมุติฐานหลัก (H_0) มิฉะนั้นจะปฏิเสธสมมุติฐานหลัก (H_0) ดังนั้นจะต้องตั้งสมมุติฐานและตรวจสอบค่า P-Value ทุกครั้งก่อนนำการกระจายตัวที่ได้ไปเป็นตัวแทนข้อมูล เพื่อใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองสถานการณ์ต่อไป ตัวอย่างรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูล ดังภาพ 2.8



ภาพ 2.8 แสดงตัวอย่างการกระจายตัวของข้อมูล

2.5 การวิเคราะห์กระบวนการนำออก

การวิเคราะห์กระบวนการนำออก (Process Analyzer) เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรมอารีนาเครื่องมือนี้ช่วยในการสร้างทางเลือกให้กับระบบ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของระบบดั้งเดิมกับผลลัพธ์ของระบบทางเลือกว่า คำตอบไหนดีกว่ากัน โดยไม่ต้องสร้างแบบจำลองสถานการณ์ใหม่ ทำให้ง่ายในการตัดสินใจเลือกทางที่เหมาะสมที่สุดให้กับตัวแบบเครื่องมือ Process Analyzer นี้ใช้ได้ก็ต่อเมื่อแบบจำลองสถานการณ์ของระบบดั้งเดิมได้ผ่านการรันเสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งจะปรากฏไฟล์ข้อมูลคือ “ชื่อไฟล์.p” โดยขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ Process Analyzer มีดังนี้

1. เรียกใช้เครื่องมือ Process analyzer
2. ในหน้าต่าง Process analyzer เลือกเข้าเมนู File > New จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ

2.12

3. เข้าเมนู Insert > Scenario หรือดับเบิลคลิกในตำแหน่ง Double click here to add a new Scenario เพื่อเพิ่มแผนการดำเนินงานเข้ามา จะปรากฏหน้าต่างเพื่อให้ใส่ข้อมูล

จากนั้นให้เขียนชื่อแผนการดำเนินงานที่ต้องการในช่อง Name และคลิกปุ่ม Browse เพื่อเลือกแบบจำลองที่ต้องการโดยแบบจำลองที่เลือกจะต้องเป็นไฟล์นามสกุล p เท่านั้นเมื่อเลือกแบบจำลองที่ต้องการได้แล้วให้คลิกปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่าง

4. เลือกเมนู Insert > Control เพื่อเลือกตัวแปรควบคุมที่ต้องการเปลี่ยนค่า โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกตัวแปรควบคุมได้มากกว่าหนึ่งตัว โดยการเข้าเมนู Insert > Control ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

5. เข้าไปเมนู Insert > Response เพื่อเลือกผลตอบสนองที่ต้องการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์กับแผนการดำเนินงานอื่น ผู้ใช้สามารถเลือกผลตอบสนองได้มากกว่าหนึ่งตัว โดยการเข้าไปที่เมนู Insert > Response อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแสดงตัวอย่างไว้ในภาพ 2.16

6. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3 ถึงขั้นตอนที่ 5 ใหม่เพื่อสร้างแผนดำเนินงานที่จะนำมาเปรียบเทียบขึ้นมาซึ่งสามารถสร้างได้มากกว่าหนึ่งแผนการดำเนินงาน

7. ปรับเปลี่ยนค่าตัวควบคุมที่ต้องการได้ในช่อง control ดังภาพ 2.17

8. ทำการ Run แผนการดำเนินงานโดยคลิกไฮไลต์แผนการดำเนินงานที่ต้องการรันจากนั้นเข้าไปที่เมนู Run > Go จะปรากฏหน้าต่างดังภาพ 2.18 จากนั้นคลิกปุ่ม OK

9. ดูผลลัพธ์การรันในช่อง Response เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการดำเนินงานแต่ละแผน

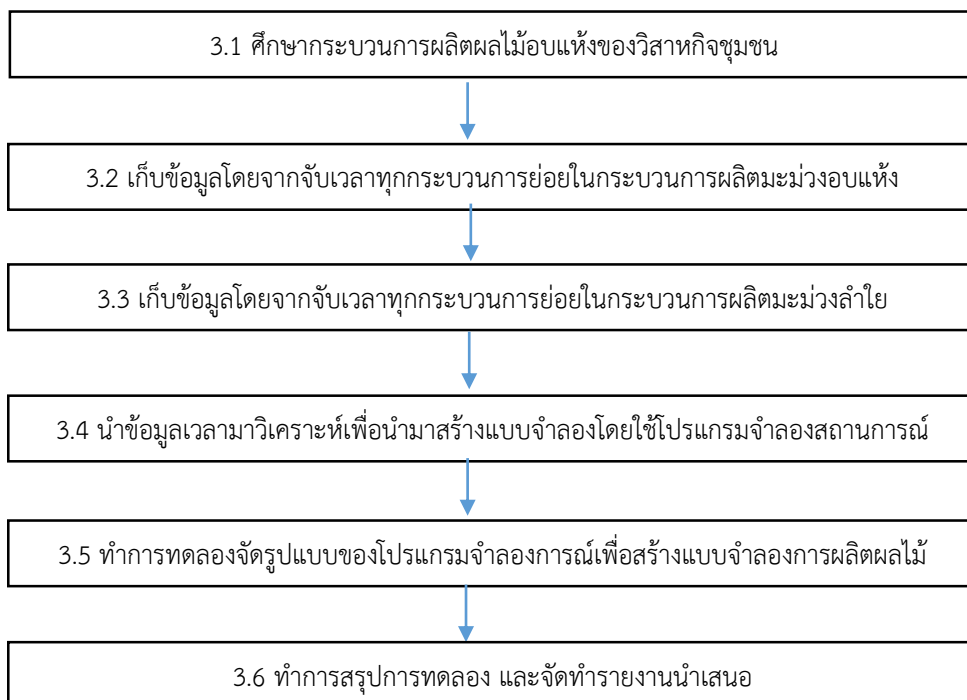
2.6 เทคนิคการศึกษางาน

โครงการวิจัยของ พิระวิทย์ วันทอง (2559) เรื่อง การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ ด้วยการจำลองคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงสายการผลิตในส่วน Pre-plate ของกลุ่มผลิตภัณฑ์สร้อยคอโดยใช้เทคนิค ECRS, line balancing การศึกษางานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการสายการผลิต และแสดงผลด้วย การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์โครงการวิจัยของ อรจิตร แจ่มแสง และประสาน แสงเขียว (2559) วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาวิธีการทำงานและจับเวลากระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์บรรจุสับปะรดกระป๋อง ออกแบบและจำลองสถานการณ์ (Simulation) จากการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้แล้วนั้นซึ่งได้ทำการสร้างแบบจำลองกระบวนการผลิต ในการสร้างแบบจำลองครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Arena มาใช้ในการจำลองแบบปัญหาซึ่งโปรแกรมอารีน่าเป็นแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ได้ใกล้เคียงกับระบบงานจริง และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานหลายประเภทรวมทั้งเป็นโปรแกรมที่มีความซับซ้อนไม่มากนักสามารถเข้าใจได้ง่ายสะดวกต่อการใช้งานมีการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว (Animation) ทำให้จำลองสถานการณ์เข้าใจได้มากขึ้น

บทที่ 3

ระเบียบวิธีทำโครงการ

ในการศึกษากระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าสามารถใช้แบบจำลองสถานการณ์ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการการอบผลไม้ เนื่องจากปัจจุบันทางวิสาหกิจชุมชนบ้านล่างข้างสามารถผลิตผลไม้อบแห้งเพียงหนึ่งชนิดต่อหนึ่งรอบกระบวนการผลิต ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลและนำมาสร้างแบบจำลองเพื่อจำลองกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตผลไม้อบแห้งตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปในหนึ่งกระบวนการผลิตได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังภาพ 3.1

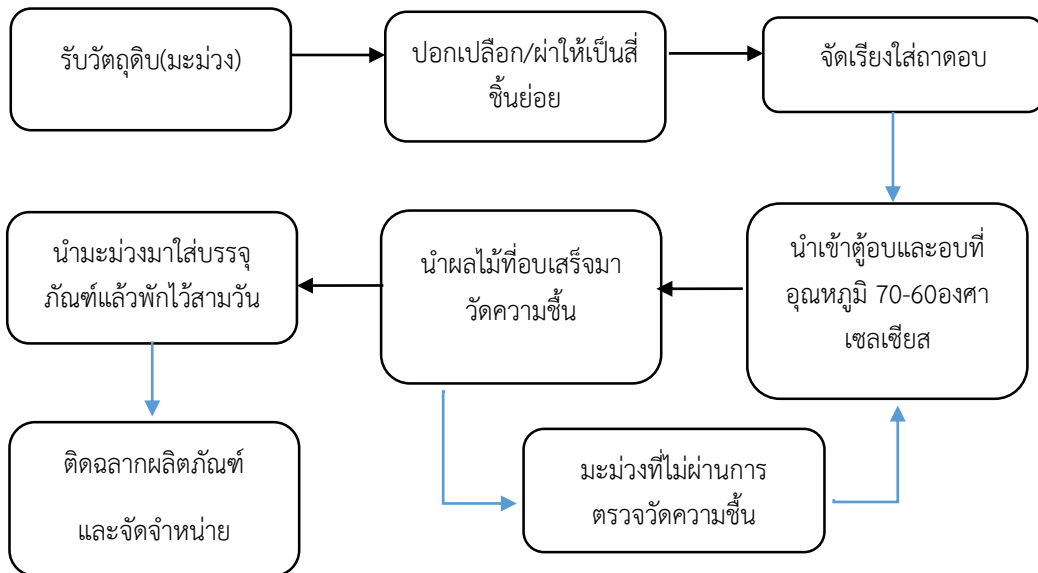


ภาพ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษากระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งของวิสาหกิจชุมชนบ้านลำนางช้าง

3.1.1 กระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้ง

กระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังภาพ ภาพ 3.2

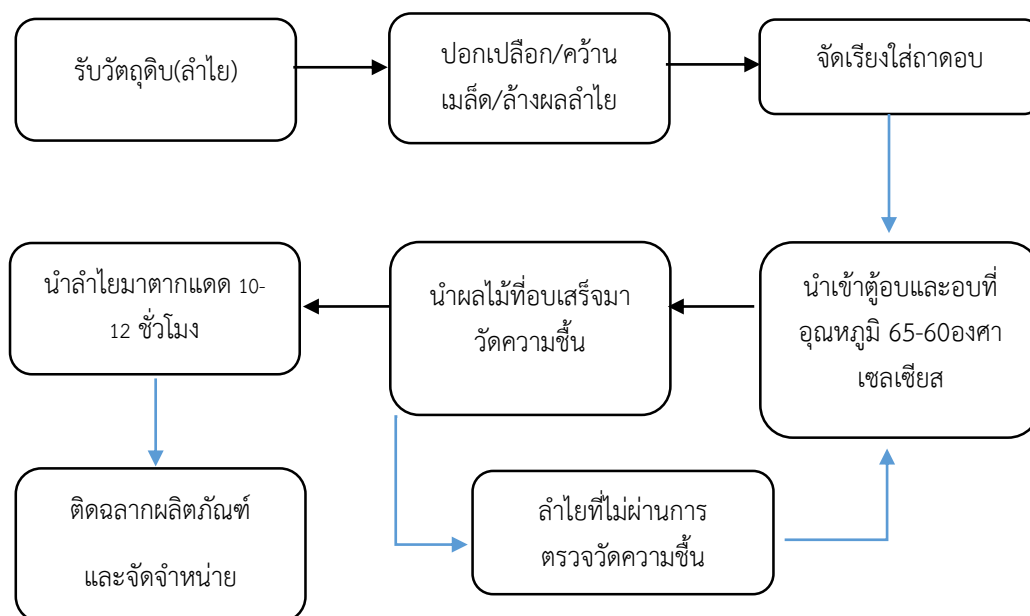


ภาพ 3.2 กระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้ง

1. นำมะม่วงสุกมาไว้ที่ห้องเก็บวัตถุดิบ
2. นำมะม่วงสุกมาปอกเปลือกทั้งลูก
3. นำมะม่วงสุกที่ทำการปอกเปลือกแล้วไปให้ส่วนที่ทำการหั่น โดยทำการหั่นมะม่วงเป็นชิ้นยาวประมาณ มิลลิเมตร แล้วทำการจัดเรียงบนถาด ดังภาพ 8 เซนติเมตร หนาประมาณ 10
4. นำถาดที่จัดเรียงมะม่วงเสร็จแล้วไปไว้ที่รถเข็นสำหรับเข้าตู้อบ เรียงเป็นชั้นจนเต็มจำนวน 9 ชั้น
5. นำมะม่วงในรถเข็นเข้าตู้อบ ใช้เวลาในการอบประมาณ 7 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส และทำการตรวจเช็คว่าได้ระดับความชื้นที่พอใจหรือไม่
6. นำมะม่วงที่อบเสร็จแล้วและได้ระดับความชื้นที่ต้องการ มาแบ่งใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 5 กิโลกรัมที่ยังอบไม่ได้ระดับความชื้นที่ต้องการ จะนำกลับไปอบอีกครั้งหนึ่ง
7. ปล่อยมะม่วงอบที่แบ่งใส่ถุงทิ้งไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน
8. จากนั้นนำมะม่วงอบแห้งมาแบ่งใส่ถุงซิปล็อค และติดฉลากผลิตภัณฑ์

3.1.2 ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง

ศึกษากระบวนการผลิตลำไยอบแห้งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังภาพ 3.3



ภาพ 3.3 กระบวนการผลิตลำไยอบแห้ง

1. นำลำไยสุกมาไว้ที่ห้องเก็บวัตถุดิบ
2. นำลำไยสุกมาปอกเปลือกทั้งลูกและคว้านเมล็ดออกจากนั้นจึงล้างผลลำไย
3. นำถาดที่จัดเรียงลำไยเสร็จแล้วไปไว้ที่รถเข็นสำหรับเข้าตู้อบ เรียงเป็นชั้นจนเต็ม จำนวน 9 ชั้น
4. นำลำไยในรถเข็นเข้าตู้อบ ใช้เวลาในการอบประมาณ 4 ชั่วโมง อบที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส และทำการตรวจเช็คว่าได้ระดับความชื้นที่พอใจหรือยัง
5. นำลำไยที่อบเสร็จแล้วและได้ระดับความชื้นที่ต้องการ มาแบ่งใส่ถาดและนำไปตากแดด 10-12 ชั่วโมง ส่วนลำไยที่ยังอบไม่ได้ระดับความชื้นที่ต้องการ จะนำกลับไปอบอีกครั้งหนึ่ง
6. นำลำไยอบแห้งมาแบ่งใส่ถุงซิปล็อคและติดฉลากผลิตภัณฑ์

3.1.3 ศึกษากระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้ง

ศึกษากระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้งแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังภาพ 3.4

ภาพ 3.4 กระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้ง

1. นำมะเขือเทศมาไว้ที่ห้องเก็บวัตถุดิบ
2. นำมะเขือเทศที่ได้มาเข้าเครื่องเจาะเมล็ด
3. นำมะเขือเทศที่ได้รับการเจาะเมล็ดออกไปแล้วมาใส่ถุงที่มีน้ำยาปูนใสถุงละ 5 กิโลกรัมแช่ค้างไว้ 1 คืน
4. นำถุงมะเขือเทศที่ได้รับการแช่ปูนใสไว้แล้วหนึ่งคืนมาแกะถุงแล้วนำไปต้มในกระทะที่มีระดับน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
5. นำมะเขือเทศที่ได้รับการต้มมาพักชั่วคราวจากนั้นจึงนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง
6. นำมะเขือเทศอบแห้งมาแบ่งใส่กล่องพลาสติกและติดฉลากผลิตภัณฑ์

3.2 รวบรวมข้อมูลเวลาในกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้งและนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติ โดยใช้ โปรแกรม อินพุต อนาไลเซอร์ (Input Analyzer)

หลังจากทำการเก็บข้อมูลเวลาต่างๆในทุกกระบวนการผลิตผลไม้อบแห้ง 3 ชนิด ได้แก่ มะม่วงอบแห้ง, ลำไยอบแห้ง, มะเขือเทศอบแห้งนั้น ขั้นตอนต่อไปคือการนำข้อมูลเวลาที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม Input analyzer ในการทำการวิเคราะห์ หากค่าความเชื่อมั่นทางสถิติ (P-value) ของข้อมูลเวลาดังกล่าวมีค่าเกิน 0.05 หรือร้อยละ 95 จะแสดงให้เห็นว่าข้อมูลนั้นมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำค่าการกระจายตัวทางสถิติ (P-value) ของข้อมูลเวลาดังกล่าวมีค่าต่ำกว่า 0.05 หรือร้อยละ 95 แสดงว่าข้อมูลยังไม่มีค่าที่มากพอ ผู้ศึกษาต้องทำการเก็บข้อมูลในกระบวนการนั้นๆเพิ่มขึ้น โดยการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Input analyzer สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีด้วยกันคือ

1. วิธีการทดสอบ Komogorov-Simrnov Test ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีจำนวนน้อยกว่า 50 ข้อมูล
2. วิธีการทดสอบ Chi-square Test ใช้ทดสอบในกรณีที่ข้อมูลมีจำนวนอย่างน้อย 50 ข้อมูลขึ้นไป

3.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรมอารีนา (Arena)

สร้างแบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตของผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิดและแบบหลากหลายชนิดพร้อมกันในหนึ่งกระบวนการผลิตซึ่งแบบจำลองสถานการณ์จะถูกสร้างจากข้อมูลการทำงานที่ผู้ศึกษาได้เก็บรวบรวมในขั้นตอนต้น โดยแบบจำลองสถานการณ์ต้องมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุดเพื่อการนั้นผู้สร้างจึงต้องเก็บข้อมูลจากการทำงานจริงด้วยตนเอง โดยต้องให้ข้อมูลกระบวนการผลิตและข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของเวลาที่นำมาใช้ในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ยังต้องมีความแม่นยำมากที่สุดเพื่อที่จะทำให้แบบจำลองสถานการณ์เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หลังจากกำหนดสร้างแบบจำลองสถานการณ์แล้วจะทำการตรวจสอบความถูกต้องในแง่ของการทำงานโดยการเปรียบเทียบการไหลของวัตถุดิบที่ไหลในระบบในแบบจำลองกับการไหลของกระบวนการจริงจากการเก็บข้อมูลว่ามีการทำงานที่เหมือนกันหรือไม่ จากนั้นจะทำการ Run แบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องโดยการนำเอาผลลัพธ์จากการทดลองไปเปรียบเทียบกับค่าที่เกิดขึ้นจริงในระบบจริง โดยตัวชี้วัดที่จะนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เพื่อยืนยันว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นจะสามารถใช้แทนกระบวนการผลิตจริงได้

3.4 วิเคราะห์ปัญหาจากแบบจำลองสถานการณ์และนำเสนอแนวทางการจัดการรายตู้อบ

นำแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาแบบจำลองที่ดีที่สุดในการใช้ตู้อบผลไม้อบแห้งเพื่อนำมาเป็นแนวทางให้การจัดการรายตู้อบกระบวนการผลิตที่สามารถผลิตผลไม้หลากหลายชนิดในหนึ่งกระบวนการผลิต

3.5 สรุปผลการดำเนินงาน จัดทำรายงานโครงงานวิจัยและการนำเสนอ

สรุปผลโดยการเลือกแนวทางการจัดการรายตู้อบที่ดีที่สุดที่ได้จากการทำแบบจำลองแบบผลิตทีละ 1 ชนิด 2 ชนิด, 3 ชนิด พร้อมกัน นำทุกแบบจำลองมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เกณฑ์การเปรียบเทียบค่า P-Value ที่ดีที่สุด จากนั้นทำการรวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ใช้ในการทำโครงงานวิจัยและจัดทำเป็นรูปเล่ม

บทที่ 4

ผลการดำเนินการของโครงการวิจัย

4.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลขั้นตอนและเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอนของผลิตภัณฑ์

จากการได้ทำการศึกษาที่ วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์เกษตรบ้านล่ำม้าง มีลักษณะของกระบวนการผลิตเป็นแบบทำตามความต้องการของลูกค้า (Make to order) โดยที่ผ่านมาได้ศึกษาและเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตของวิสาหกิจ ได้ข้อมูลของกระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้ง ลำไยอบแห้ง และมะเขือเทศอบแห้ง โดยกระบวนการทั้งสามอย่างนั้นมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ขั้นตอนการผลิตของวัตถุดิบและรายละเอียดการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ จะแสดงในตารางที่ 4.1

ตาราง 4.1 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง

กระบวนการผลิต	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนคนงาน	รายละเอียดการทำงาน
ปอกเปลือก	-	4	นำมะม่วงสุกมาปอกเปลือกออกทั้งหมด โดยใช้มีดเป็นอุปกรณ์ในการปอกเปลือก
หั่นเป็นชิ้น	-	2	นำมะม่วงสุกที่ปอกเปลือกแล้วมาทำการหั่นเป็นชิ้นยาวประมาณ 8 เซนติเมตร หนาประมาณ 8-10 เซนติเมตร
จัดเรียงใส่ถาด	-	2	นำมะม่วงที่หั่นเป็นชิ้นจัดเรียงบนถาดอย่างเป็นระเบียบวางห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร จนเต็มถาดแล้วนำใส่รถเข็นเพื่อนำเข้าตู้อบต่อไป โดยหนึ่งรถเข็นจะมีถาดทั้งหมดจำนวน 9 ถาด
การอบ	8	1	นำรถเข็นที่จัดเรียงมะม่วงจนเต็มเข้าตู้อบ โดยตู้อบจะมีจำนวนทั้งหมด 8 ตู้ ใช้เวลาในการอบมะม่วงประมาณ 17 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส

ตาราง 4.1 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง (ต่อ)

การคัดแยก	-	2	นำมะม่วงที่อบเสร็จแล้วมาทำการแบ่งใส่ถุง ถุงละ 5 กิโลกรัม จากนั้นมัดปิดปากถุงและปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 3 วัน เพื่อให้มะม่วงอบคลายตัว
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	-	1	นำมะม่วงอบแห้งที่ทำการปล่อยทิ้งไว้ครบกำหนดเวลา มาจัดใส่บรรจุภัณฑ์ถุงละ 500 กรัม แล้วทำการปิดปากถุงด้วยเครื่องซีลปิดปากถุง จากนั้นนำไปติดฉลากผลิตภัณฑ์

การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลในแต่ละกระบวนการ

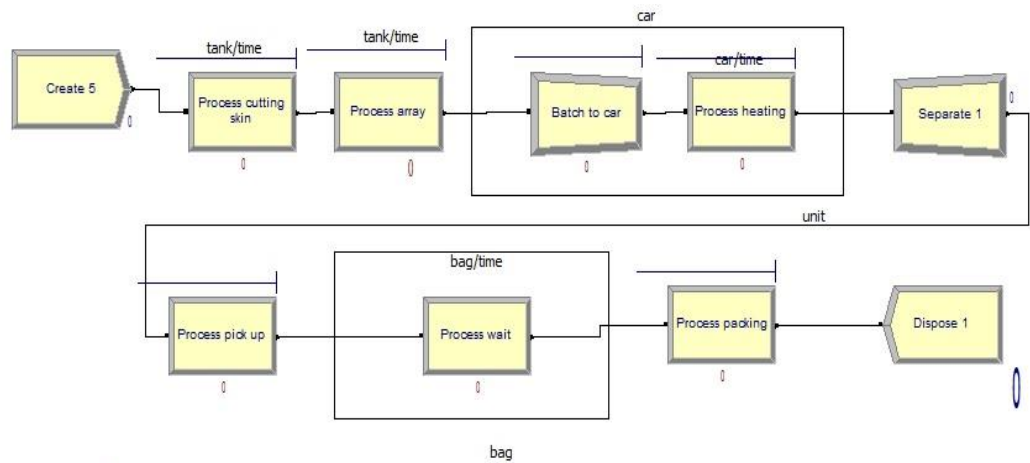
หลังจากศึกษาขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งและได้ทำการบันทึกเวลาของกระบวนการซึ่งจะแสดงในภาคผนวก จากนั้นนำข้อมูลเวลาของกระบวนการมาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาของแต่ละกระบวนการ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาและวิธีการวิเคราะห์จะแสดงดังตาราง 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่า P-value และ การกระจายตัวทางสถิติ

กระบวนการผลิต	P-Value	การกระจายตัวทางสถิติ
ปอกเปลือก	0.139	$7.08 + 1.48 * \text{BETA}(2.45, 2.62)$
หั่น / จัดเรียงใส่ถาด	0.005	$\text{NORM}(734, 15.3)$
การคัดแยก	0.15	$524 + 86 * \text{BETA}(0.707, 0.753)$
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	0.15	$75 + \text{LOGN}(3.03, 3.5)$

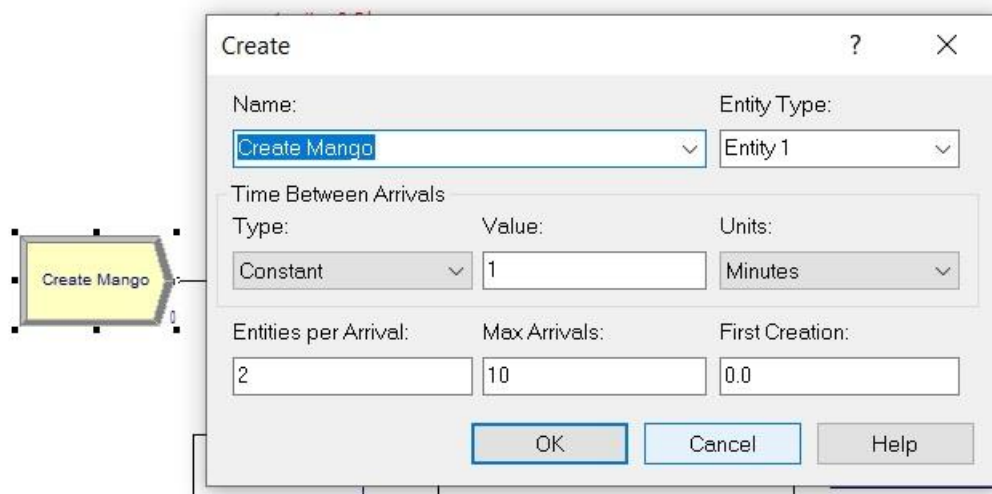
4.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรมอารีนา (Arena)

ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบจำลองสถานการณ์แบบเรียงตามลำดับการทำงานด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) จากนั้นจึงบันทึกข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของเวลาลงในแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมา โดยแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนการทำงานของการผลิตมะม่วงอบแห้งสามารถแสดงได้ดังภาพ 4.1



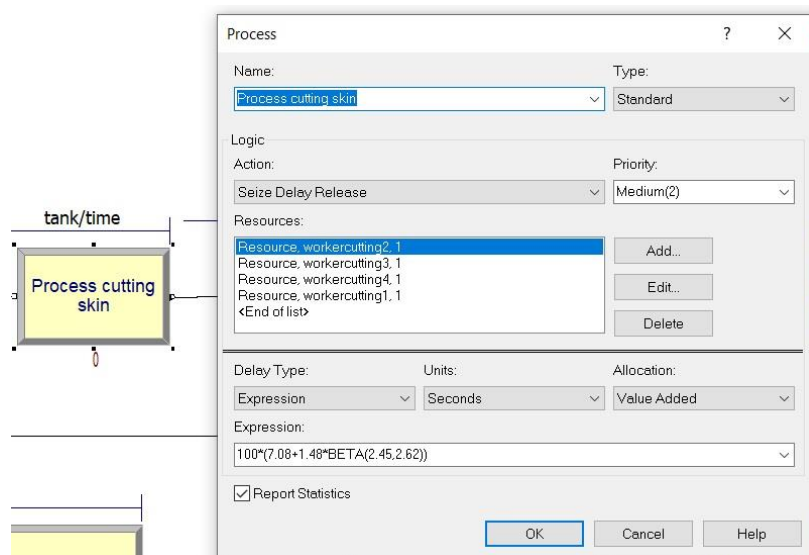
ภาพ 4.1 แบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้ง

โดยสามารถอธิบายความสัมพันธ์และการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ โดยนำแบบจำลองสถานการณ์มาขยาย ซึ่งอธิบายได้ดังนี้



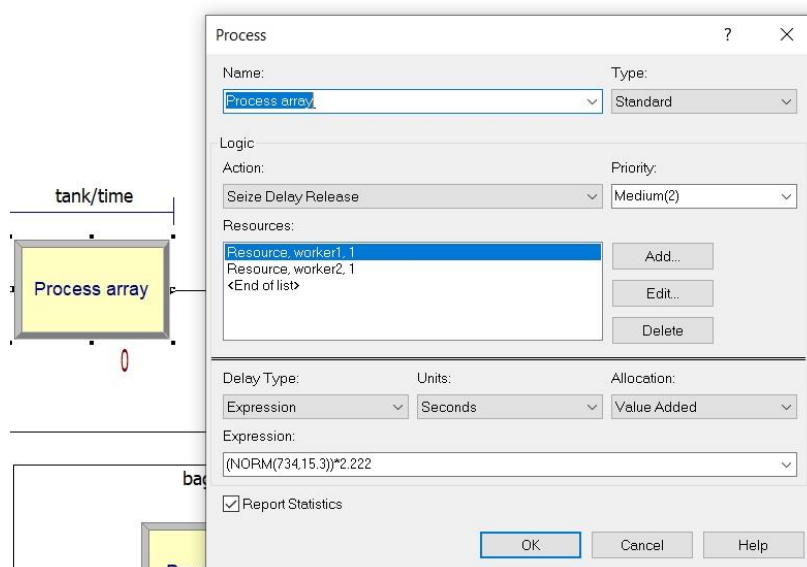
ภาพ 4.2 แสดงโมดูล Create Mango

รายละเอียดข้อมูลที่ใส่ในโมดูล Create Mango ข้อมูลที่จะทำการใส่ในโมดูลนี้คือข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของการมาถึงของมะม่วง ดังภาพ 4.2



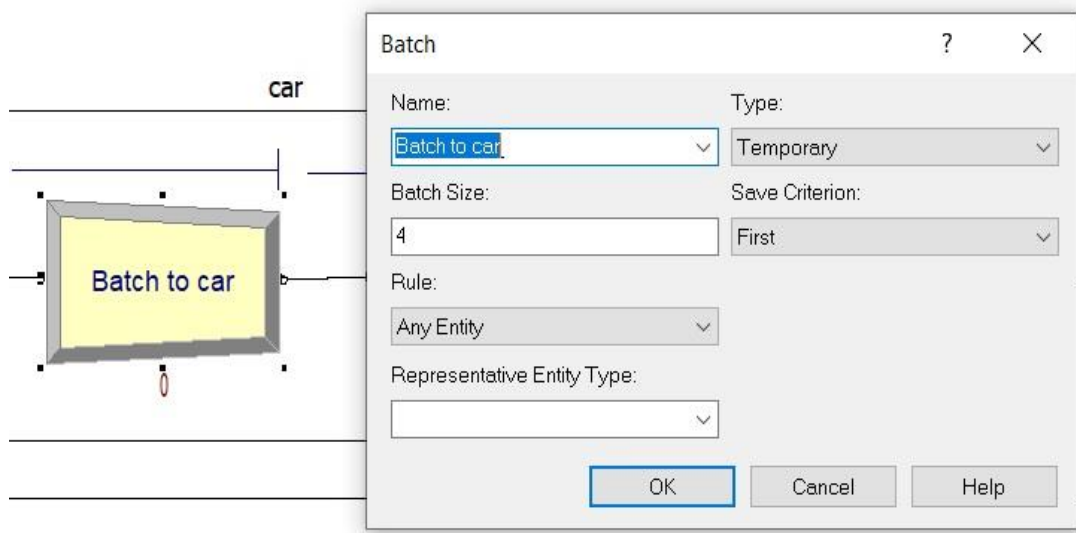
ภาพ 4.3 แสดงโมดูล Process cutting skin

ข้อมูลที่ใส่ในกระบวนการปกเปลือกมะม่วง โดยขั้นตอนนี้จะใช้ทรัพยากรคือ พนักงานปกเปลือก (workercutting) จำนวน 4 คน โดยการใช้การกระจายตัวทางสถิติของเวลาการปกเปลือกมะม่วงแบบ $100*(7.08+1.48*BETA(2.45,2.62))$ ดังภาพ 4.3



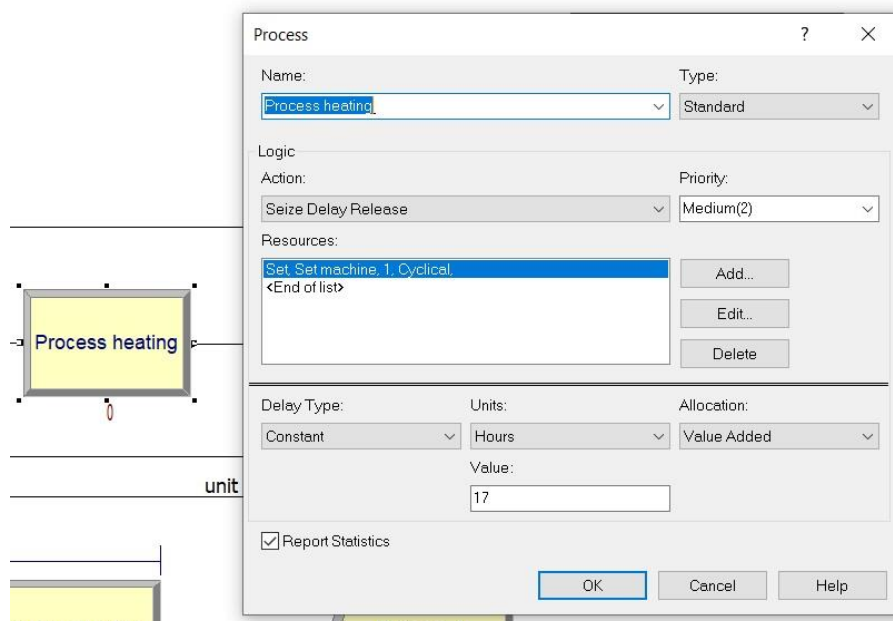
ภาพ 4.4 แสดงโมดูล Process Array

ภาพ 4.4 แสดงข้อมูลที่ใส่ในกระบวนการหั่นและจัดเรียงบนถาด โดยขั้นตอนนี้จะใช้ทรัพยากรคือ พนักงานหั่นมะม่วงและจัดเรียงบนถาด (worker) จำนวน 2 คน โดยมีการกระจายตัวทางสถิติของเวลาการหั่นและจัดเรียงมะม่วงบนถาดเป็นแบบ $(NORM(734,15.3))*2.222$



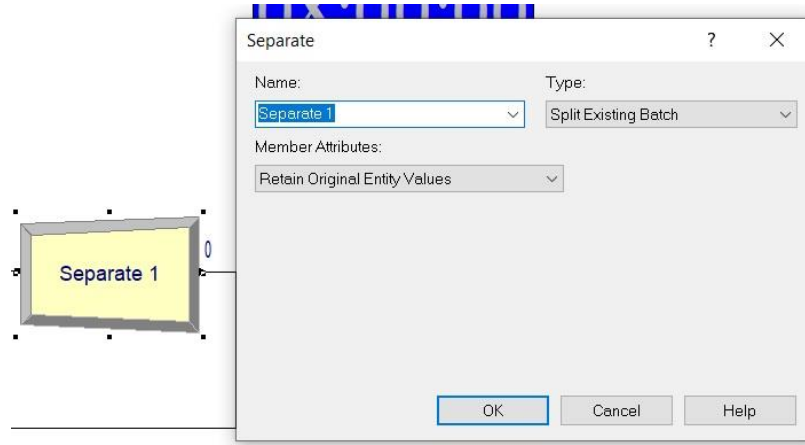
ภาพ 4.5 โมดูล Batch to car

จากภาพ 4.5 แสดงโมดูล Batch to car โดยโมดูลนี้มีหน้าที่รวบรวมวัตถุดิบมะม่วงที่จัดเรียงบนถาดแล้วเพื่อแยกออกเป็น Lot โดยจะรวมวัตถุดิบครั้งละ 50 กิโลกรัม เพื่อนำเข้าสู่กระบวนการต่อไป



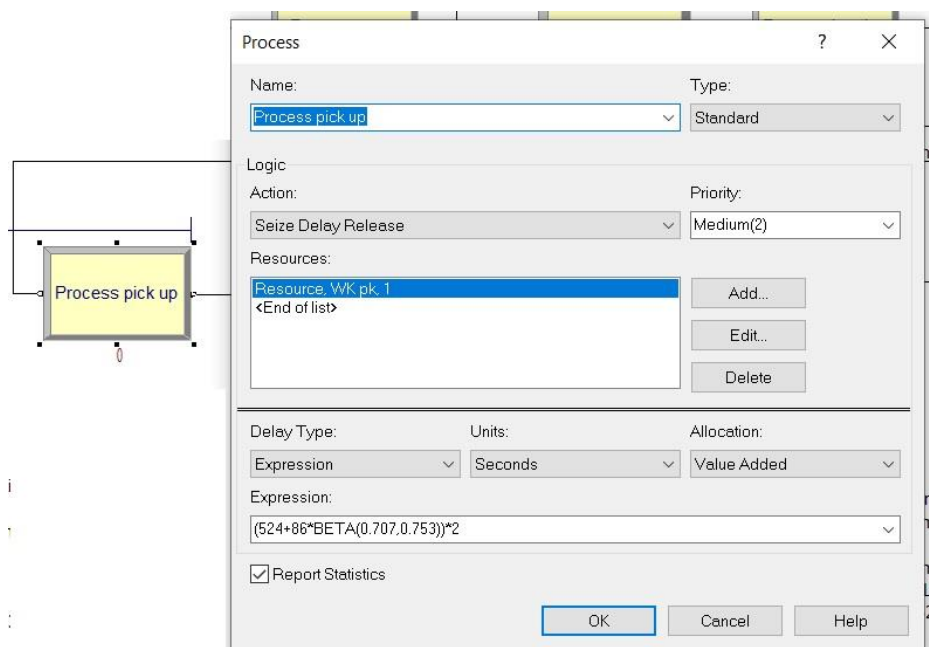
ภาพ 4.6 แสดงโมดูล Process heating

ภาพ 4.6 แสดงข้อมูลที่ใส่ในกระบวนการอบมะม่วง ทرفพยากรณ์โมดูลนี้ประกอบไปด้วย Set ของตู้อบ (Set machine)



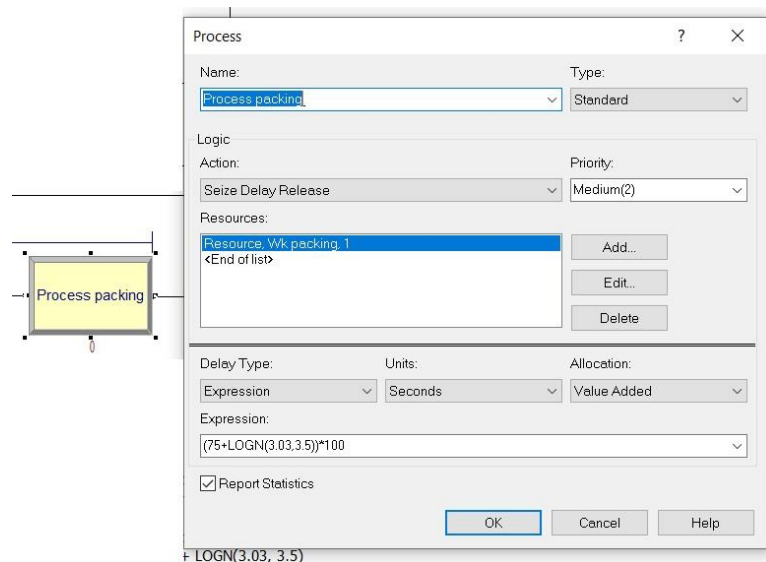
ภาพ 4.7 แสดงโมดูล Separate 1

ภาพ 4.7 แสดงรายละเอียดที่ป้อนในโมดูล Separate 1 โมดูลนี้ใช้เพื่อแยกมะม่วงออกกองออกจากรถเข็น หลังจากกระบวนการอบ



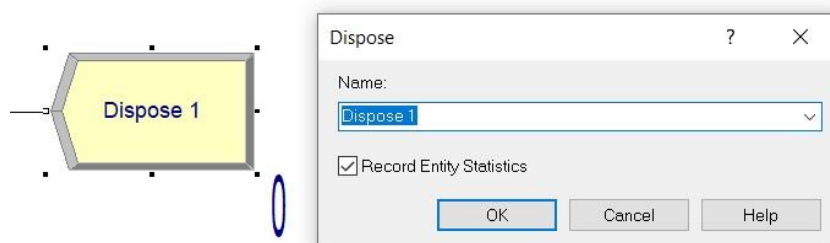
ภาพ 4.8 แสดงโมดูล Process pick up

ภาพ 4.8 แสดงรายละเอียดที่ป้อนในโมดูล Process pick up โมดูลนี้ใช้เพื่อคัดแยกมะม่วงอบแห้งใส่ถุง โดยบรรจุถุงละ 5 กิโลกรัม โดยขั้นตอนนี้จะใช้ทรัพยากรคือ พนักงานคัดแยก (Resource WK pk) จำนวน 1 คน โดยมีเวลาที่ใช้ในกระบวนการเป็นการกระจายตัวแบบ $(524+86*BETA(0.707,0.753))*2$



ภาพ 4.9 แสดงโมดูล Process packing

ภาพ 4.9 แสดงรายละเอียดโมดูล Process packing โดยโมดูลนี้ใช้เพื่อแสดงกระบวนการบรรจุและติดฉลากมะม่วงอบแห้ง บรรจุใส่ถุงละ 500 กรัม โดยโมดูลนี้ใช้ทรัพยากรคือพนักงานบรรจุและติดฉลาก (WK packing) จำนวน 1 คน โดยมีเวลาที่ใช้ในกระบวนการมีการกระจายตัวทางสถิติแบบ $(75+LOGN(3.03,3.5))*100$



ภาพ 4.10 แสดงโมดูล Dispose 1

ภาพ 4.10 แสดงรายละเอียดของโมดูล Dispose 1 โมดูลใช้เพื่อแสดงการสิ้นสุดของกระบวนการผลิตในแบบจำลองสถานการณ์

ตาราง 4.3 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง

กระบวนการผลิต	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนคนงาน	รายละเอียดการทำงาน
ปอกเปลือก/คว้านเมล็ด	-	4	นำลำไยสุกมาปอกเปลือกทั้งลูกและคว้านเมล็ดออกจากรูนั้นจึงล้างผลลำไย
จัดเรียงใส่ถาด	-	2	เทลำไยลงบนถาดสำหรับนำเข้าตู้อบ และจัดเรียงถาดลำไยในถาดให้เต็ม เป้าระเบียบไม่ทับซ้อนกัน เรียงใส่รถเข็นให้ครบ 9 ถาด
การอบ	8	1	นำรถเข็นที่จัดเรียงลำไยบนถาดนำเข้าตู้อบ โดยตู้อบจะมีจำนวนทั้งหมด 8 ตู้ ใช้เวลาในการอบ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิในการอบ 60-70 องศาเซลเซียส
แบ่งใส่ถาด	-	1	นำลำไยที่ทำการอบเสร็จแล้วนำมาแบ่งใส่ถาดและคัดลำไยที่ไม่ได้มาตรฐานออก
ตากแห้ง	-	1	นำลำไยอบแห้งที่แบ่งใส่ถาดมาตากไว้ 10 ชั่วโมง
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	-	1	นำลำไยอบแห้งที่ตากแล้ว มาบรรจุลงถุง 500 กรัม พร้อมซีลปิดปากถุงและติดฉลากผลิตภัณฑ์

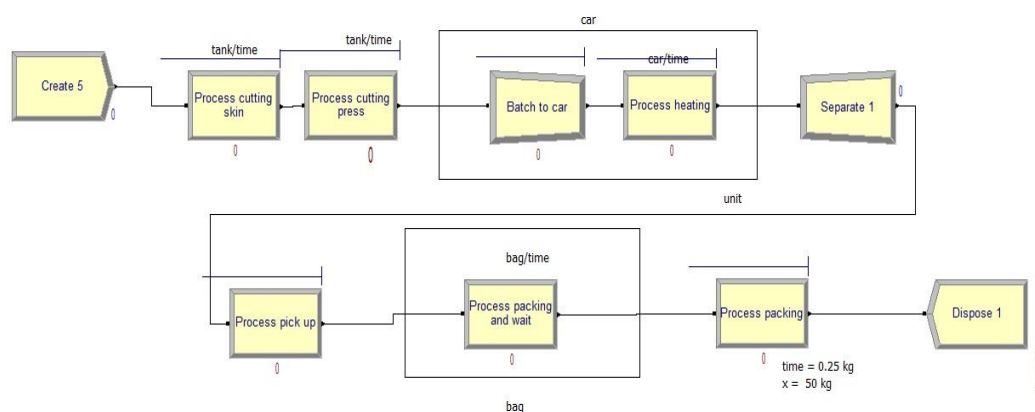
หลังจากศึกษาขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งและได้ทำการบันทึกเวลาของกระบวนการซึ่งจะแสดงในภาคผนวก จากนั้นนำข้อมูลเวลาของกระบวนการมาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาของแต่ละกระบวนการ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาและวิธีการวิเคราะห์จะแสดงดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 การกระจายตัวทางสถิติของลำไยอบแห้ง

กระบวนการผลิต	P-Value	การกระจายตัวทางสถิติ
ปอกเปลือก/คว้านเมล็ด	0.75	TRIA(2.78, 3.99, 4.37)
จัดเรียงใส่ถาด	0.15	$727 + 18 * \text{BETA}(0.917, 1.42)$
แบ่งใส่ถาด	0.15	$251 + 59 * \text{BETA}(0.694, 0.714)$
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	0.15	$60 + 7 * \text{BETA}(0.774, 0.832)$

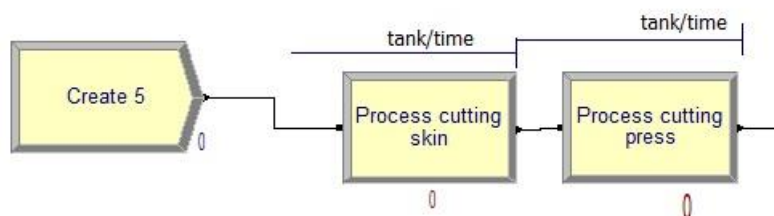
4.3 สร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยใช้ข้อมูลจากโปรแกรมอารีนา (Arena)

ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบจำลองสถานการณ์แบบเรียงตามลำดับการทำงานด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) จากนั้นจึงบันทึกข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของเวลาลงในแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมา โดยแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนการทำงานของการผลิตลำไยอบแห้งสามารถแสดงได้ดังภาพ 4.11



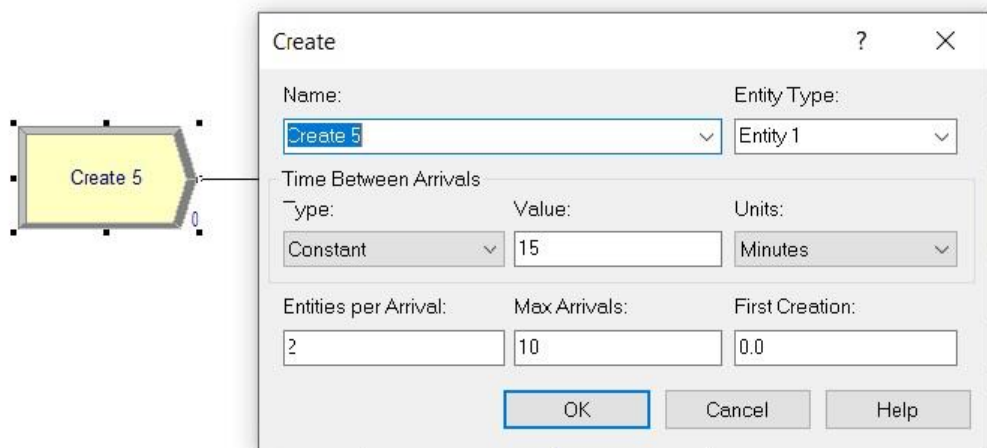
ภาพ 4.11 แสดงจำลองสถานการณ์ของลำไยอบแห้ง

โดยสามารถอธิบายความสัมพันธ์และการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ โดยนำแบบจำลองสถานการณ์มาขยาย ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

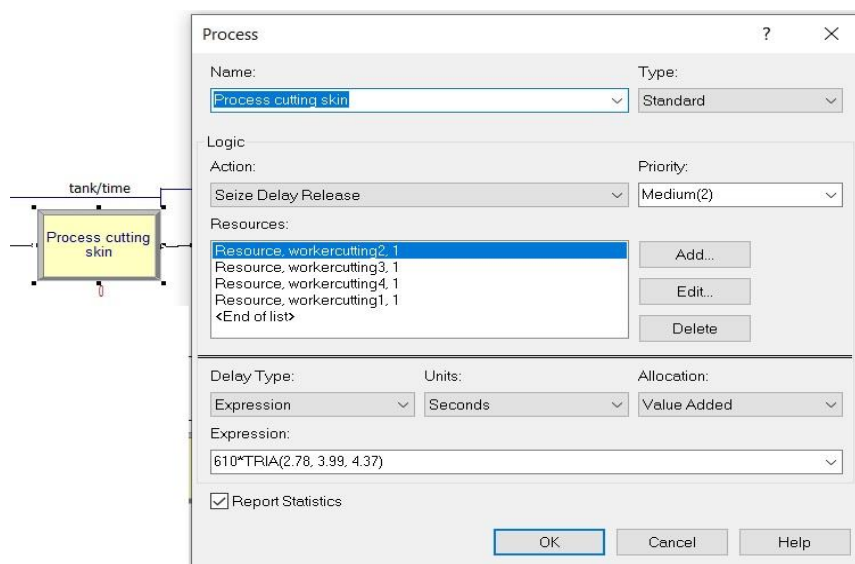


ภาพ 4.12 แสดงโมดูลกระบวนการก่อนอบลำไย

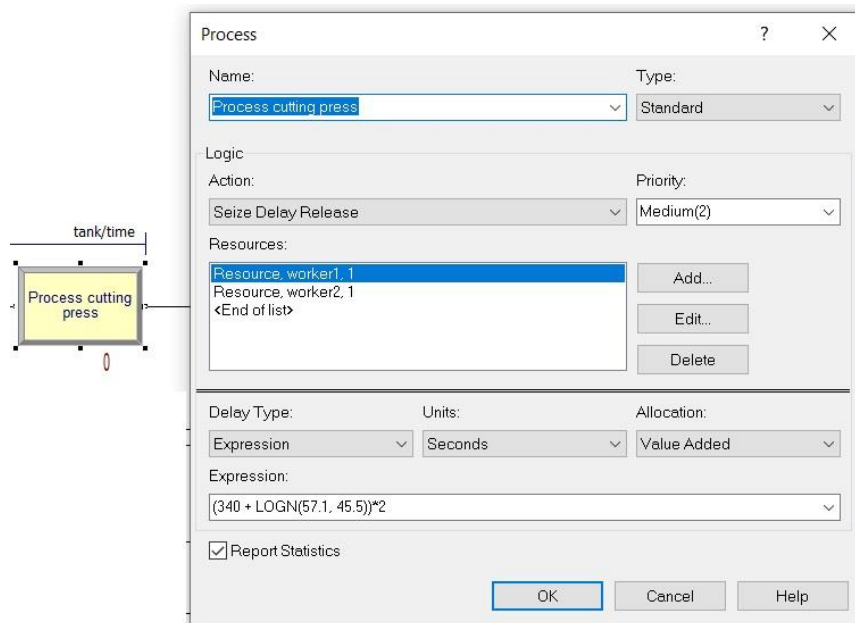
จากภาพ 4.12 จะเริ่มต้นจากการนำลำไยเข้ามาในโมดูล Create 5 ต่อยังโมดูล Process cutting skin เพื่อทำการแกะเปลือกและคว้านเมล็ด จากนั้นต่อยังโมดูล Process cutting press เพื่อนำลำไยจัดเรียงบนถาดสำหรับนำเข้าตู้อบ



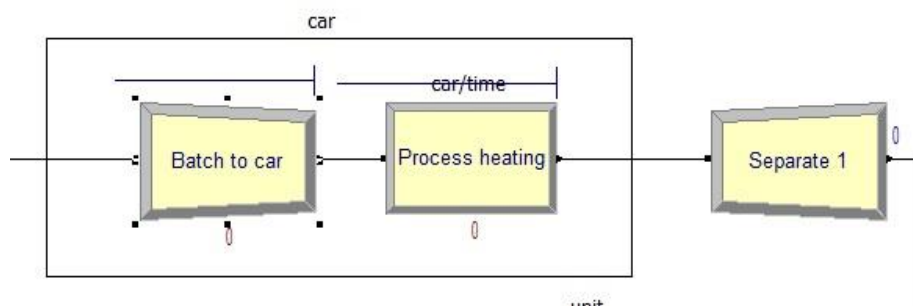
ภาพ 4.13 แสดงโมดูล Create 5



ภาพ 4.14 แสดงโมดูล Process cutting skin

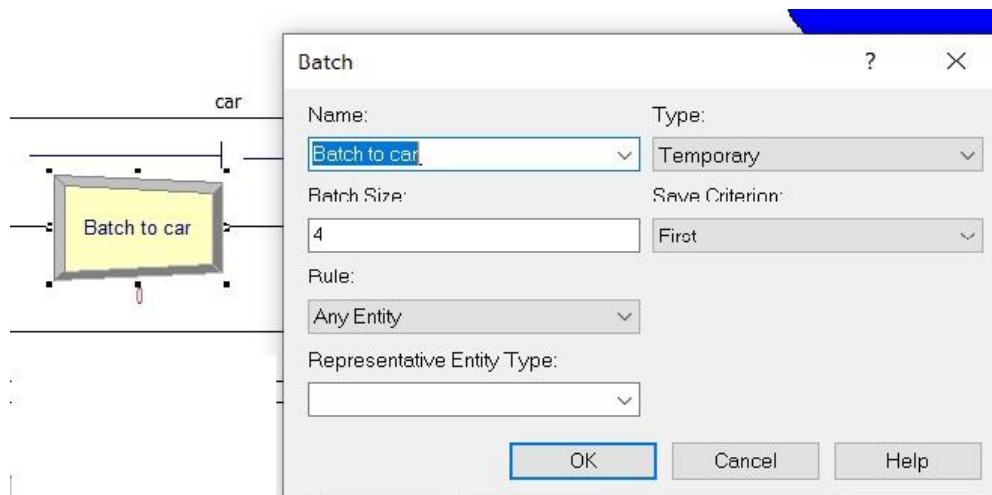


ภาพ 4.15 แสดงโมดูล Process cutting press

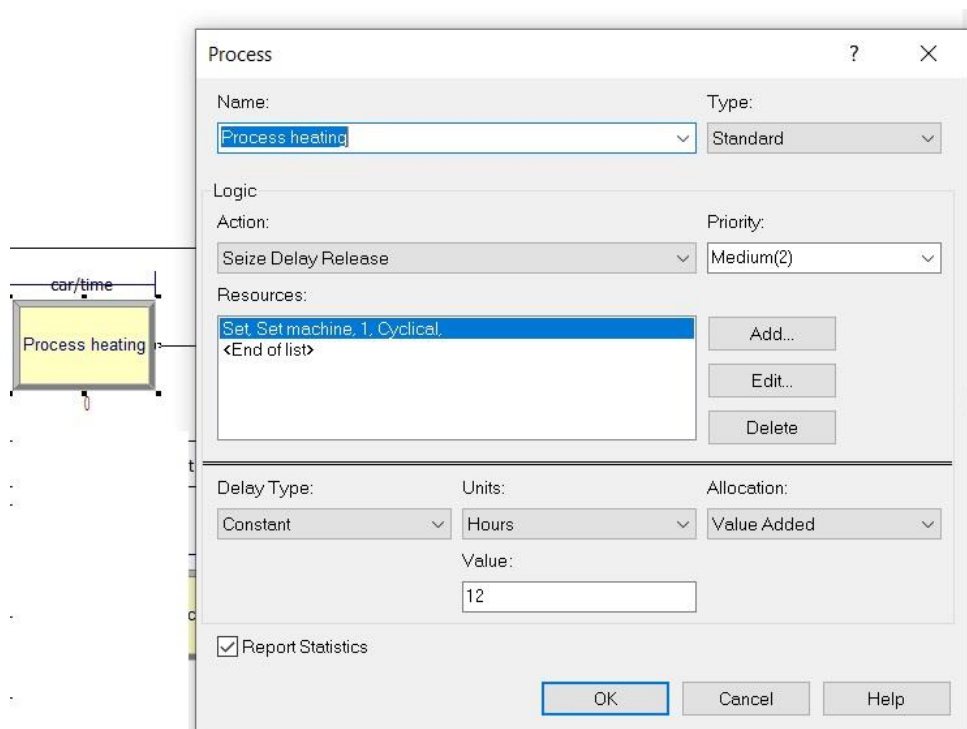


ภาพ 4.16 แสดงโมดูลที่เกี่ยวข้องกับการอบลำไย

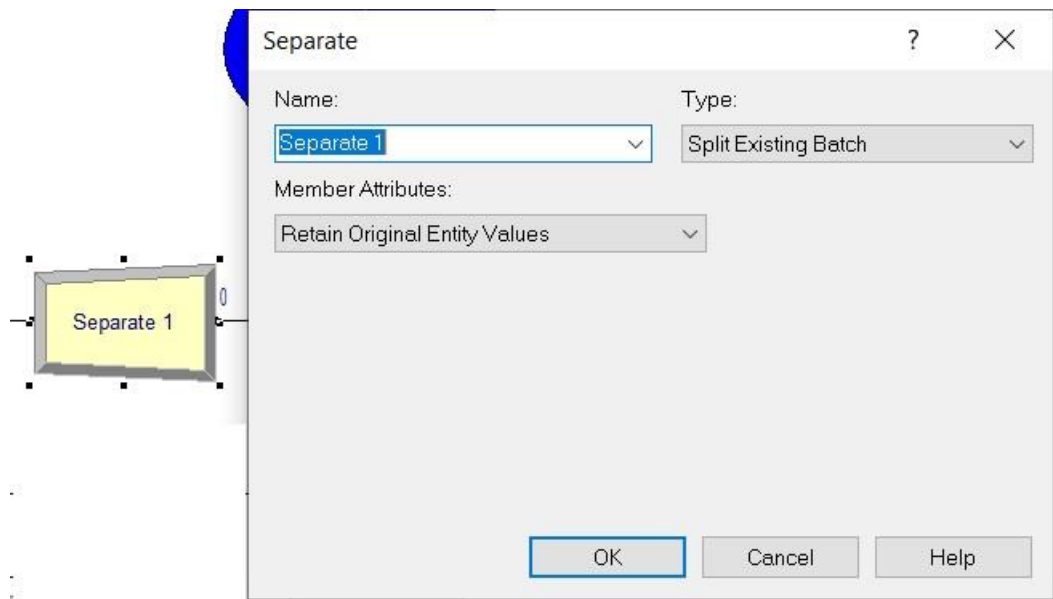
จากภาพ 4.16 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโมดูลที่เกี่ยวข้องกับการอบลำไย โดยหลังจากจัดเรียงลำไยบนถาด จะนำไปรวมกันเป็น Lot ในโมดูล Batch to car ต่ไปยังโมดูล Process heating เพื่อทำการอบลำไย จากนั้นต่ไปยังโมดูล Separate 1 เพื่อทำการแยกลำไยอบแห้งที่ออกมาจากกระบวนการอบเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป



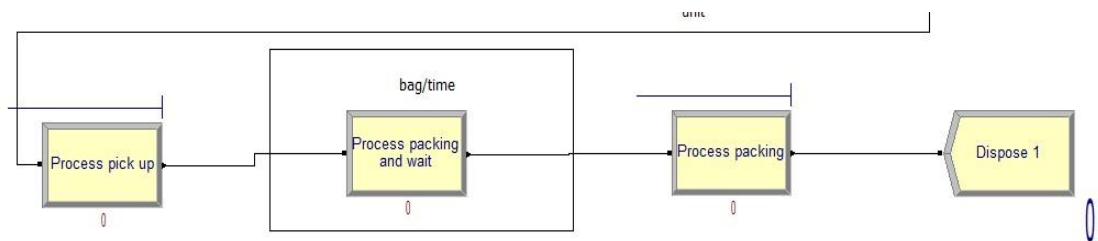
ภาพ 4.17 แสดงโมดูล Batch to car



ภาพ 4.18 แสดงโมดูล Process heating

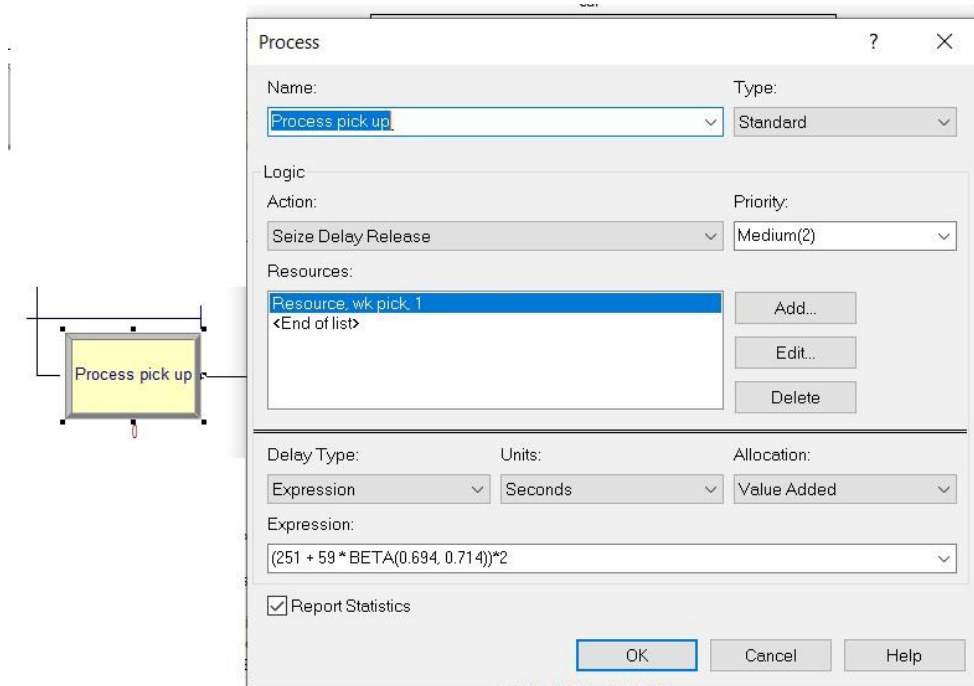


ภาพ 4.19 แสดงโมดูล Separate 1

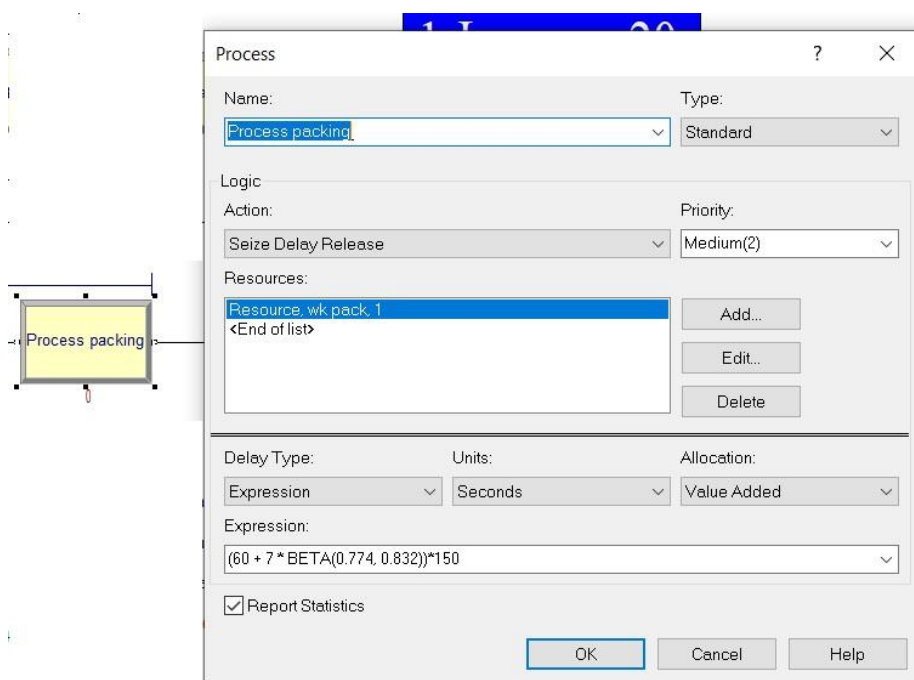


ภาพ 4.20 แสดงโมดูลที่เกี่ยวข้องกันหลังจากการจบลำไย

จากภาพ 4.20 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโมดูลเกี่ยวกับกระบวนการจบลำไยโดยวัตถุดิบเคลื่อนที่เข้าโมดูล Process pick up ซึ่งเป็นตัวแทนของกระบวนการคัดแยก จากนั้นต่อไปที่โมดูล Process packing and wait ซึ่งเป็นตัวแทนของกระบวนการตาก จากนั้นไปที่โมดูล Process packing เป็นตัวแทนของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์



ภาพ 4.21 แสดงโมดูล Process pick up



ภาพ 4.22 แสดงโมดูล Process packing

ตาราง 4.5 รายละเอียดกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง

กระบวนการผลิต	จำนวนเครื่องจักร	จำนวนคนงาน	รายละเอียดการทำงาน
เจาะเมล็ด	1	-	นำมะเขือเทศใส่เครื่องเจาะเมล็ด เพื่อนำเมล็ดออกจากมะเขือเทศ
แช่น้ำปูนใส	-	1	นำมะเขือเทศที่ได้รับการเจาะเมล็ดออกไปแล้วมาใส่ถุงที่มีน้ำยาปูนใสถุงละ 5 กิโลกรัมแช่ค้างไว้ 1 คืน
การต้ม	3	-	นำถุงมะเขือเทศที่ได้รับการแช่น้ำปูนใสไว้แล้วหนึ่งคืนมาแกะถุงแล้วนำไปต้มในกระทะที่มีระดับน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที
จัดเรียงใส่ถาด	-	4	นำมะเขือเทศที่ได้รับการต้มมาพักช่วงหนึ่งจากนั้น เทมะเขือเทศลงบนถาดและจัดเรียงให้เต็มถาดจำนวน 9 ถาด เพื่อนำไปเข้าตู้อบ
การอบ	-	1	นำรถเข็นที่บรรจุถาดมะเขือเทศ เข้าตู้อบเป็นเวลา 10 ชั่วโมง อบที่อุณหภูมิ 60-70 องศา
ตากแห้ง	-	1	นำมะเขือเทศที่ทำการอบเสร็จมาตากไว้ เพื่อให้มะเขือเทศคลายตัวเป็นเวลา 1 คืน
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	-	1	มะเขือเทศอบแห้งที่ตากแล้ว มาบรรจุลงกล่องกล่องละ 500 กรัม และติดฉลากผลิตภัณฑ์

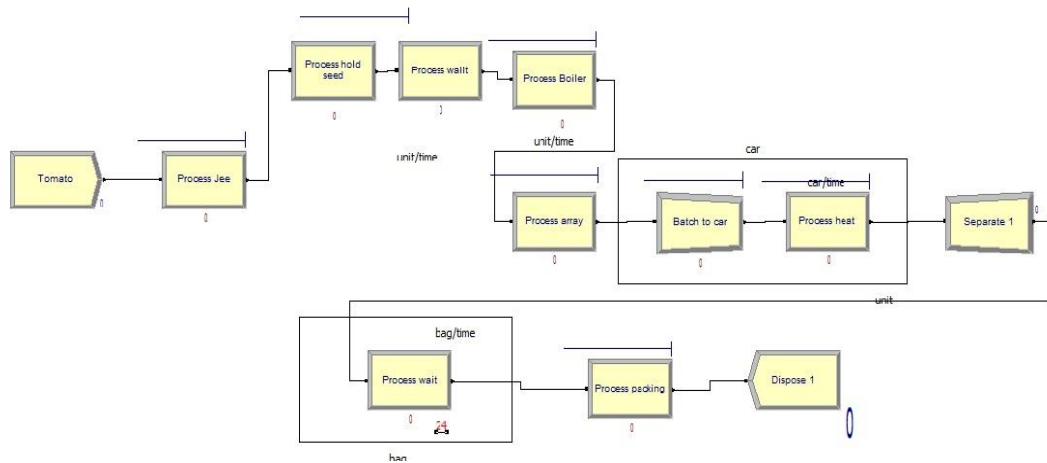
4.3 วิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลในแต่ละกระบวนการ

หลังจากศึกษาขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้งและได้ทำการบันทึกเวลาของกระบวนการซึ่งจะแสดงในภาคผนวก จากนั้นนำข้อมูลเวลาของกระบวนการมาวิเคราะห์การกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาของแต่ละกระบวนการ โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาและวิธีการวิเคราะห์จะแสดงดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 การกระจายตัวทางสถิติของมะเขือเทศอบแห้ง

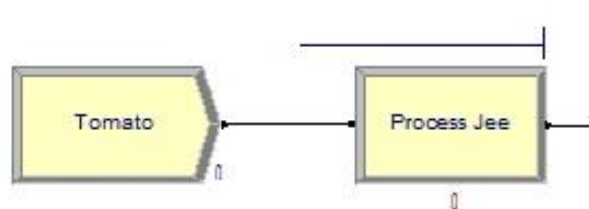
กระบวนการผลิต	P-Value	การกระจายตัวทางสถิติ
เจาะเมล็ด	0.15	$10 + \text{ERLA}(1.06, 3)$
แช่น้ำปูนใส	0.15	$62 + 18 * \text{BETA}(1.05, 1.03)$
การต้ม	0.638	$300 + 40 * \text{BETA}(1.1, 0.939)$
จัดเรียงใส่ถาด	0.75	$\text{UNIF}(120, 140)$
การบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์	0.15	$305 + \text{EXPO}(12.9)$

ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบจำลองสถานการณ์แบบเรียงตามลำดับการทำงานด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) จากนั้นจึงบันทึกข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของเวลาลงในแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นมา โดยแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนการทำงานของการผลิตมะเขือเทศอบแห้งสามารถแสดงได้ดังภาพ 4.23



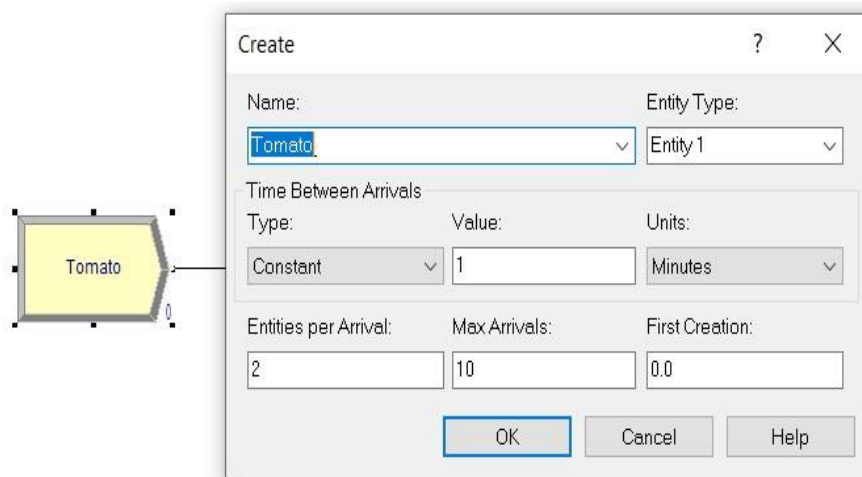
ภาพ 4.23 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ที่ใช้แทนกระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้ง

โดยสามารถอธิบายความสัมพันธ์และการทำงานของแบบจำลองสถานการณ์ โดยนำแบบจำลองสถานการณ์มาขยาย ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

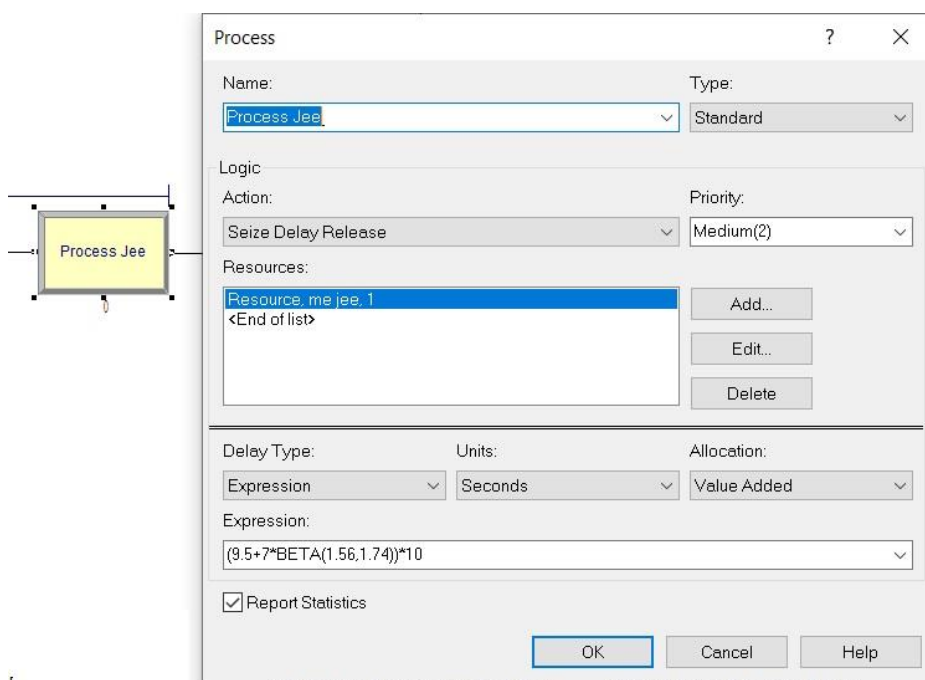


ภาพ 4.24 แสดงโมดูลเกี่ยวข้องกับการนำเข้าวัตถุดิบและกระบวนการเจาะเมล็ด

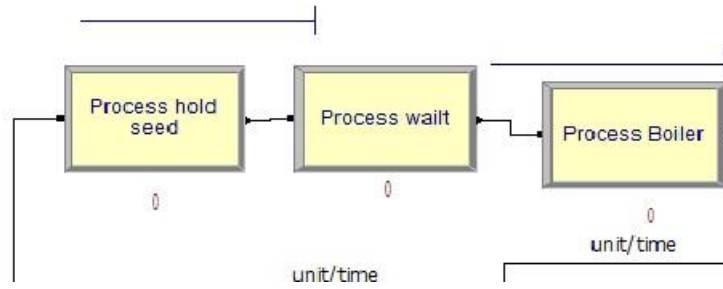
จากภาพ 4.24 เริ่มต้นด้วยการนำเข้าวัตถุดิบจากโมดูล Tomato ต่ไปยังโมดูล Process Jee เพื่อทำการเจาะเมล็ดออกจากมะเขือเทศ



ภาพ 4.25 แสดงโมดูล Create Tomato

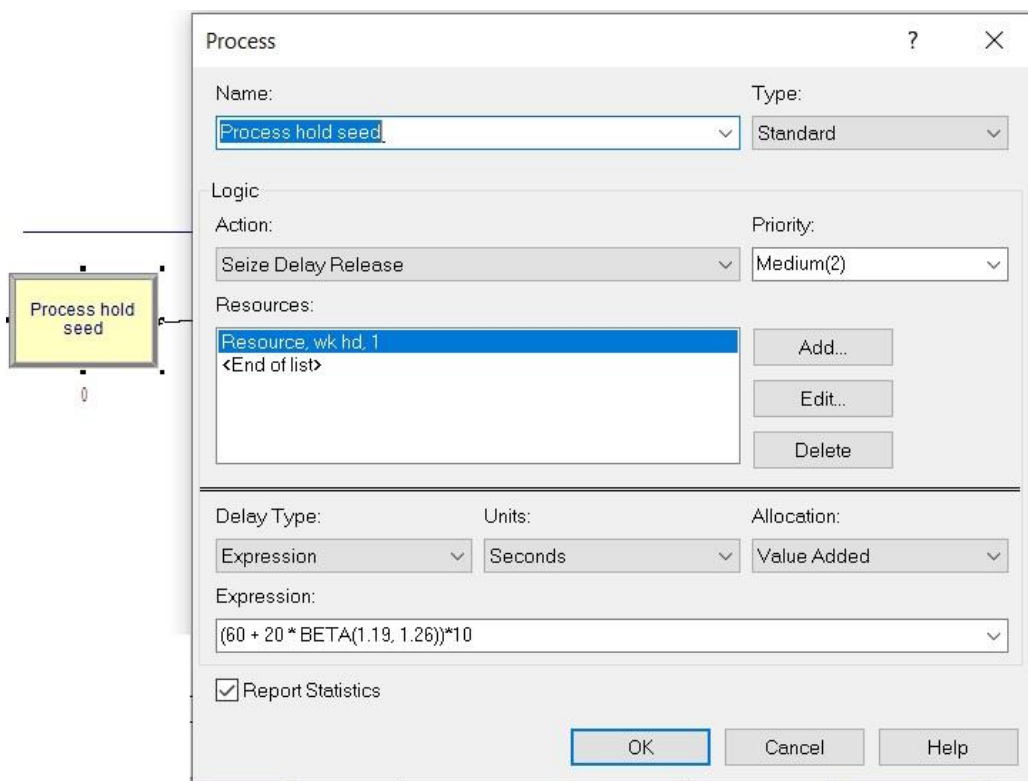


ภาพ 4.26 แสดงโมดูล Process Jee

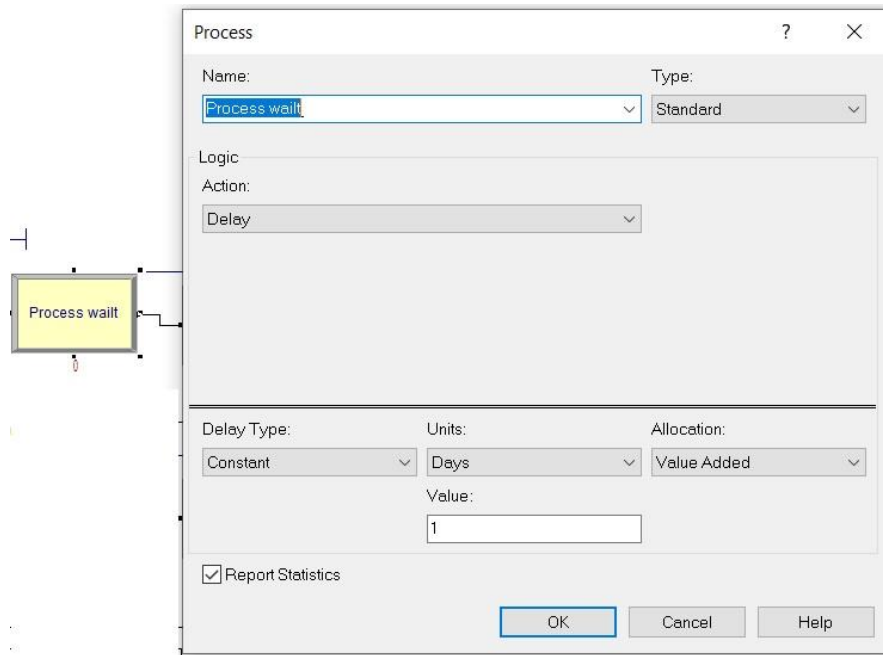


ภาพ 4.27 แสดงเส้นทางที่วัตถุดิบผ่านกระบวนการแช่น้ำปูนใสและการต้ม

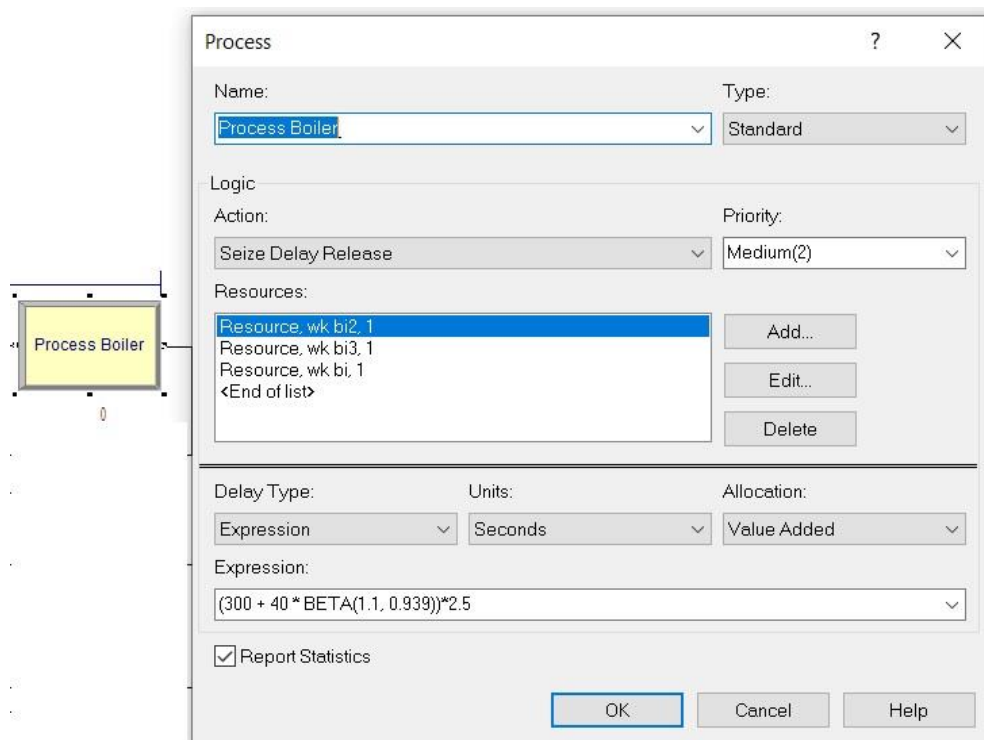
จากภาพ 4.27 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านโมดูล Process hold seed และ Process wait ซึ่งเป็นตัวแทนกระบวนการล้างและแช่น้ำปูนใส จากนั้นต่อไปที่โมดูล Process Boiler ซึ่งแทนกระบวนการต้มมะเขือเทศ



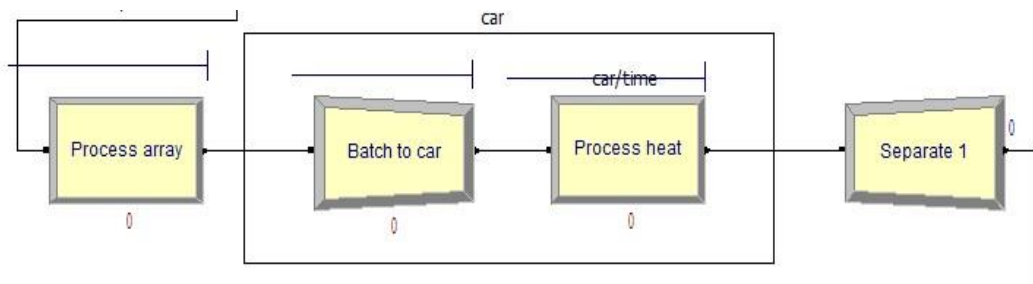
ภาพ 4.28 แสดงโมดูล Process hold seed



ภาพ 4.29แสดงโมดูล Process wait

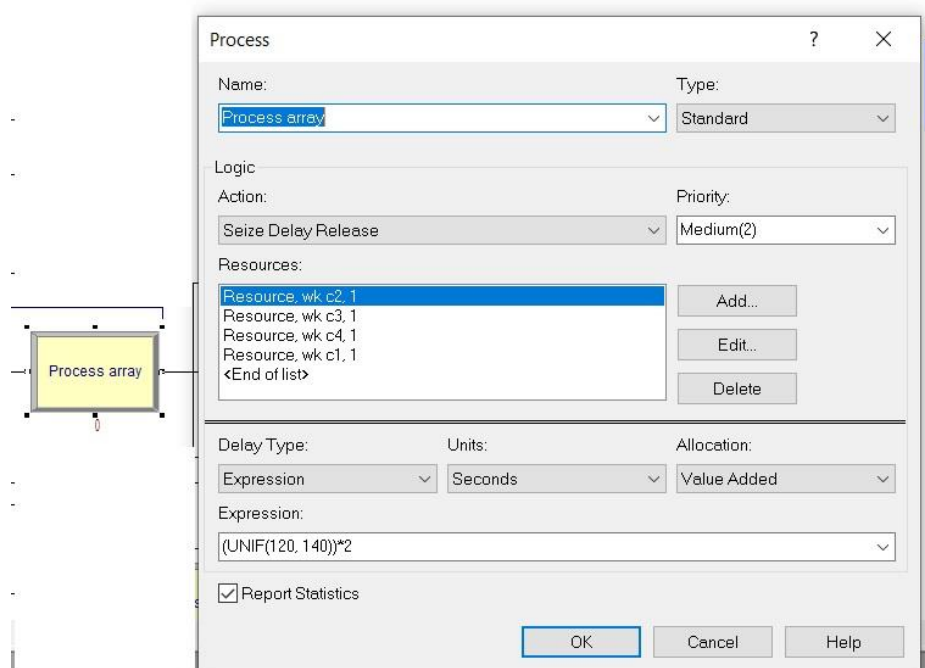


ภาพ 4.30 แสดงโมดูล Process Boiler



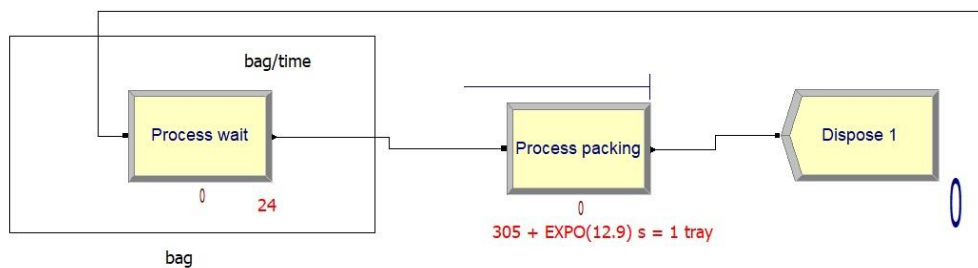
ภาพ 4.31 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านกระบวนการจัดเรียงและการอบ

จากภาพ 4.31 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านโมดูล Process array ซึ่งเป็นกระบวนการจัดเรียงมะเขือเทศลงบนถาด จากนั้นต่อไปที่โมดูล Batch to car เพื่อรวมวัตถุดิบเป็น Lot และต่อไปส่งต่อไปที่โมดูล Process heat ซึ่งทำหน้าที่ในการอบ และสุดท้ายวัตถุดิบเข้าสู่โมดูล Separate 1 เพื่อแยกวัตถุดิบเข้าสู่กระบวนการถัดไป



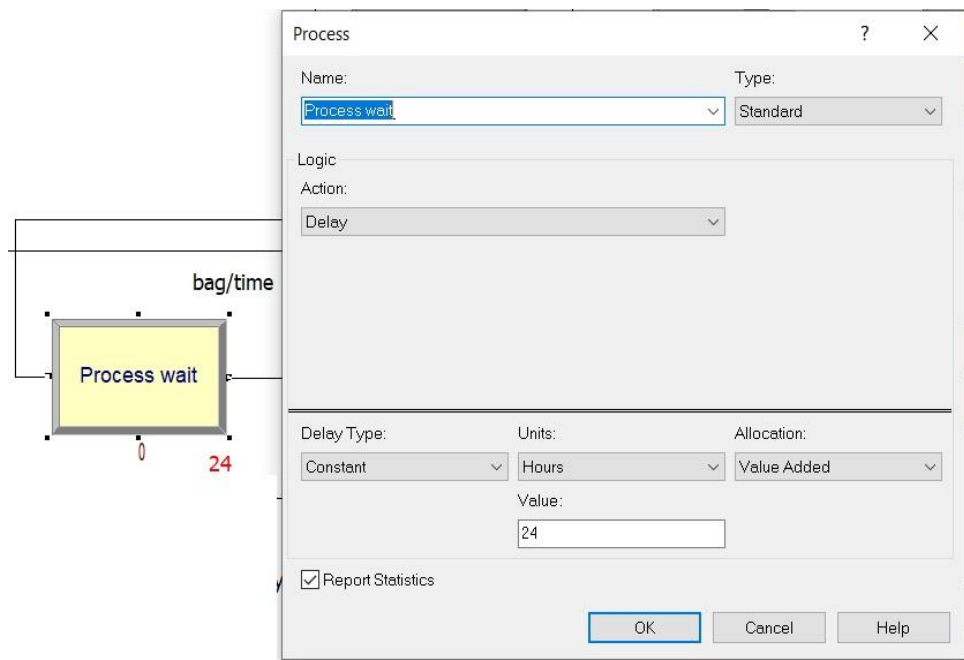
ภาพ 4.32 แสดงข้อมูลของโมดูล Process array

ภาพ 4.33 แสดงข้อมูลของโมดูล Process heating



ภาพ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบผ่านกระบวนการตากและบรรจุ

จากภาพ 4.34 วัตถุดิบจะเข้าสู่โมดูล Process wait ทำหน้าที่แทนกระบวนการตากมะเขือเทศ จากนั้นเข้าสู่โมดูล Process packing เป็นตัวแทนขั้นตอนของการบรรจุลงกล่องและติดฉลากผลิตภัณฑ์



ภาพ 4.35 แสดงโมดูล Process wait

4.4 วิเคราะห์แบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาแนวทางการจัดการรอบผลไม้

หลังจากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เสร็จสิ้นแล้วขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ว่าแบบจำลองสถานการณ์นั้นสามารถใช้แทนสถานการณ์จริงหรือไม่ โดยวิธีการนำค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งทำการประมวลผลแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้ทำการสร้างขึ้นจำนวนทั้งหมด ดังนี้ กระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้ง 434 รอบ ลำไย 50 รอบ มะเขือเทศ 87 รอบการทำซ้ำเนื่องจากเป็นจำนวนรอบที่ให้ค่าความแปรปรวนที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งคำนวณได้ดังสมการ 4.1

$$R = R_0 \times \left(\frac{H_0}{H}\right) \quad (4.1)$$

โดยที่ R	= จำนวนรอบที่เหมาะสม
R_0	= จำนวนรอบที่ได้กำหนดเบื้องต้น
H_0	= ค่า Half Width ที่โปรแกรมแสดงจากจำนวนรอบที่กำหนด
H	= ค่า Half Width ที่รับได้

4.5 สร้างแบบจำลองสถานการณ์นำเสนอแนวทางการปรับปรุงตารางการอบ

หลังจากแบบจำลองสถานการณ์สมบูรณ์แล้วขั้นตอนต่อไป คือการนำข้อมูลของแบบจำลองมาวิเคราะห์โดยโปรแกรมจะแสดงค่าต่างๆ ของแบบจำลอง สถานการณ์ผ่านทางหน้าจอแสดงผล

4.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้ง

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Total Time	151.88	.19413	150.06	159.54	434

ภาพ 4.36 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้ง

จากภาพ 4.36 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้งนั้นใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 151.88 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตจริงโดยมีค่า Half-Width คือ 0.19413 จากการรันซ้ำทั้งหมด 434 รอบ

4.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยอบแห้ง

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Total time	123.05	.06365	122.56	123.47	50

ภาพ 4.37 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยอบแห้ง

จากภาพ 4.37 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้งนั้นใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 123.05 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตจริงโดยมีค่า Half-Width คือ 0.06365 จากการรันซ้ำทั้งหมด 50 รอบ

4.6.3 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะเขือเทศอบแห้ง

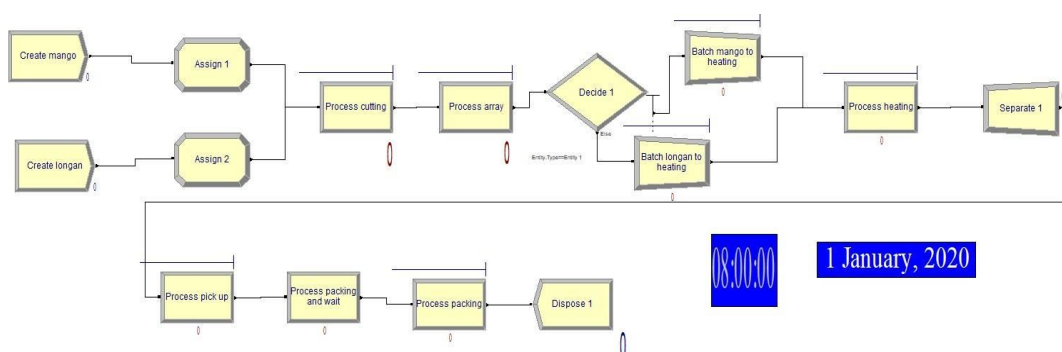
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Total Time	79.775	.08414	79.003	80.142	87

ภาพ 4.38 แสดงข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะเขือเทศอบแห้ง

จากภาพ 4.38 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะเขือเทศอบแห้งนั้นใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 79.775 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตจริงโดยมีค่า Half-Width คือ 0.08414 จากการรันซ้ำทั้งหมด 87 รอบ

4.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้งและลำไยอบแห้งร่วมกัน

โดยแสดงตัวอย่างแบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพ 4.39 แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ออกแบบให้มีการออกแบบใช้ตู้อบร่วมกัน ค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพ 4.40 แบบจำลองสถานการณ์แบบจัดตู้อบใหม่โดยออกแบบให้มีการอบโดยแบ่งตู้อบของแต่ละชนิด ดังภาพ 4.41 และค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบจัดตู้อบแบบแบ่งตู้อบ ดังภาพ 4.42

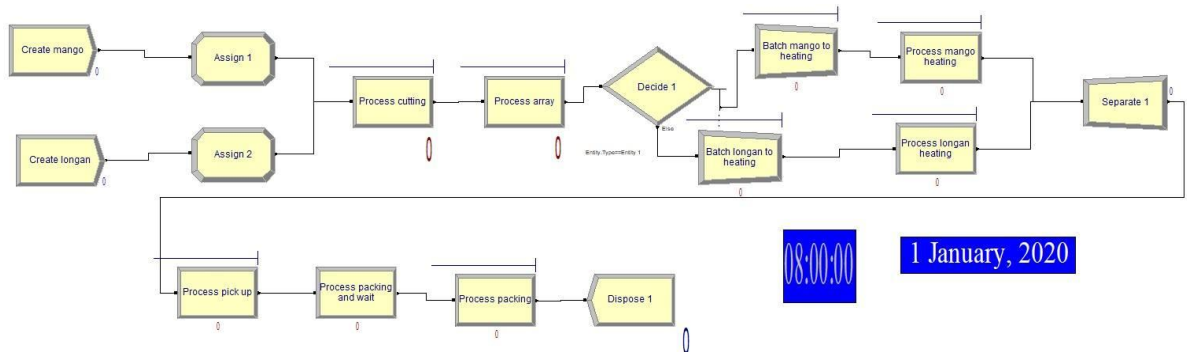


ภาพ 4.39 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้ง

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	47.060	.00113	47.057	47.062	10
Statistic Total Time	150.04	.03022	150.00	150.11	10
Statistic Entity1	102.98	.03014	102.94	103.05	10

ภาพ 4.40 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้ง

จากภาพ 4.40 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงอบแห้งและลำไยอบแห้งนั้นใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 150.04 ชั่วโมง โดยมีค่า Half-Width คือ 0.03022 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ



ภาพ 4.41 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้งแบบจัดตารางตู้อบใหม่แบบแบ่งตู้อบ

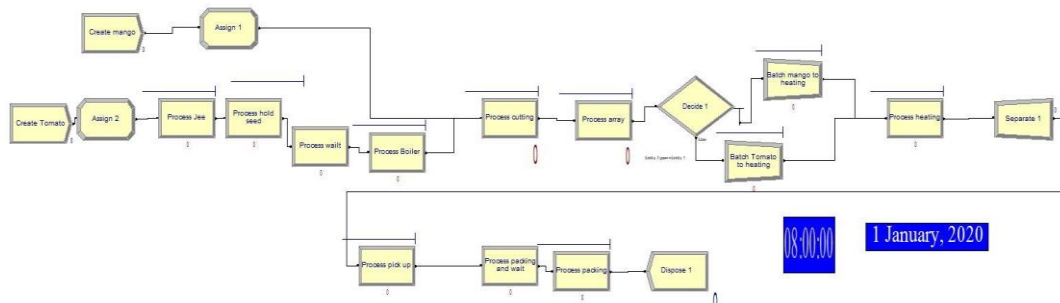
OUTPUTS					
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	32.336	.36036	31.379	32.576	10
Statistic Total Time	131.35	.50999	130.21	132.38	10
Statistic Entity1	99.022	.28434	98.782	99.807	10

ภาพ 4.42 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์มะม่วงและลำไยอบแห้งแบบจัดตารางตู้อบใหม่

จากภาพ 4.42 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงและลำไยอบแห้งและลำไยอบแห้งแบบแบ่งตู้อบโดยให้ มะม่วงใช้ตู้อบจำนวน 4 ตู้ และลำไยใช้ตู้อบจำนวน 4 ตู้ โดยใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 131.35 ชั่วโมง มีค่า Half-Width คือ 0.50999 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ

4.6.5 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงอบแห้งและมะเขือเทศอบแห้งร่วมกัน

โดยแสดงตัวอย่างแบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพ 4.43 แบบจำลองนี้เป็นแบบจำลองที่ออกแบบให้มีการออกแบบใช้ตัวบ่งชี้ร่วมกัน ค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์ ดังภาพ 4.44 แบบจำลองสถานการณ์แบบจัดตู้บ่งชี้ใหม่โดยออกแบบให้มีการออกแบบโดยแบ่งตู้บ่งชี้ของแต่ละชนิด ดังภาพ 4.45 และค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบจัดตู้บ่งชี้ใหม่ ดังภาพ 4.46

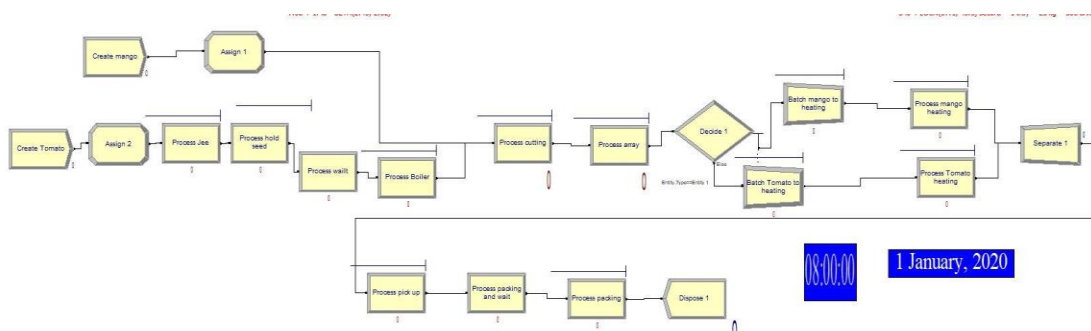


ภาพ 4.43 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้บ่งชี้ร่วมกัน

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	78.736	.26965	78.009	78.963	10
Statistic Total Time	175.91	.26987	175.20	176.20	10
Statistic Entity1	97.181	.02731	97.130	97.243	10

ภาพ 4.44 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้บ่งชี้ร่วมกัน

จากภาพ 4.40 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้บ่งชี้ร่วมกันนั้น ใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 175.91 ชั่วโมง มีค่า Half-Width คือ 0.26987 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ



ภาพ 4.45 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ

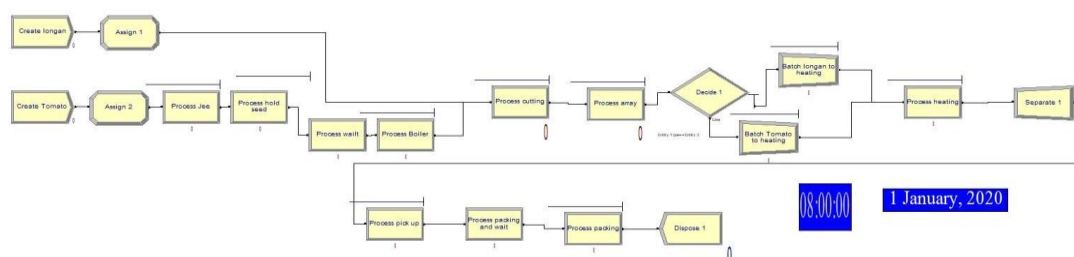
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	78.907	.02214	78.870	78.963	10
Statistic Total Time	176.09	.04517	176.00	176.20	10
Statistic Entity1	97.185	.02968	97.130	97.243	10

ภาพ 4.46 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์มะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ

จากภาพ 4.46 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ โดยมะม่วงใช้ตู้อบ 3 ตู้ ส่วนมะเขือเทศใช้ 5 ตู้ ใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 176.09 ชั่วโมง ซึ่งมีค่า Half-Width คือ 0.04517 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ

4.6.6 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยอบแห้งและมะเขือเทศอบแห้งร่วมกัน

โดยแสดงตัวอย่างแบบจำลองสถานการณ์ที่ออกแบบให้มีการอบแบบใช้ตู้อบร่วมกัน ดังภาพ 4.47 ค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบใช้ตู้อบร่วมกัน ดังภาพ 4.48 แบบจำลองสถานการณ์แบบจัดตู้อบใหม่โดยออกแบบให้มีการอบโดยแบ่งตู้อบของแต่ละชนิด ดังภาพ 4.49 และค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบแบ่งตู้อบ ดังภาพ 4.50

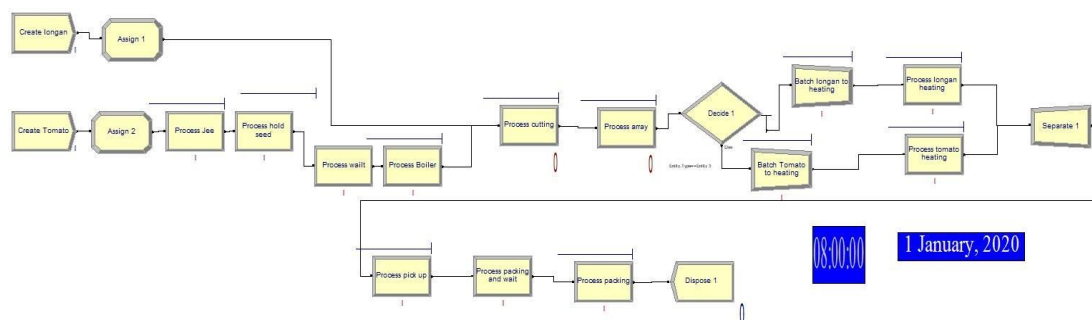


ภาพ 4.47 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้อบร่วมกัน

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	78.926	.02119	78.877	78.981	10
Statistic Total Time	125.98	.02126	125.93	126.04	10
Statistic Entity3	47.060	6.3193E-04	47.058	47.061	10

ภาพ 4.48 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้อบร่วมกัน

จากภาพ 4.48 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบใช้ตู้อบร่วมกัน ใช้เวลารวมทั้งหมดโดยเฉลี่ย 125.98 ชั่วโมง ค่า Half-Width คือ 0.02126 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ



ภาพ 4.49 แสดงแบบจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ

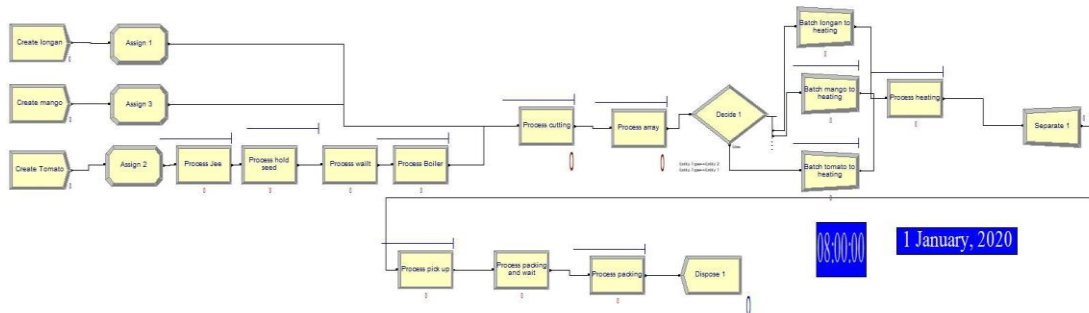
Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	78.926	.02119	78.877	78.981	10
Statistic Total Time	125.98	.02126	125.93	126.04	10
Statistic Entity3	47.060	6.3193E-04	47.058	47.061	10

ภาพ 4.50 แสดงค่าของจำลองสถานการณ์ลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ

จากภาพ 4.50 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตลำไยและมะเขือเทศอบแห้งแบบแบ่งตู้อบ โดยลำไยใช้ตู้อบจำนวน 4 ตู้ และมะเขือเทศใช้ตู้อบจำนวน 4 ตู้ ใช้เวลารวมทั้งหมดโดยเฉลี่ย 125.98 ชั่วโมง มีค่า Half-Width คือ 0.02126 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ

4.6.7 วิเคราะห์ข้อมูลของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วง, มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกัน

โดยแสดงตัวอย่างแบบจำลองสถานการณ์ของทั้งสามชนิดแบบใช้ตู้อบร่วมกัน ดังภาพ 4.51 ค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบใช้ตู้อบร่วมกัน ดังภาพ 4.52 แบบจำลองสถานการณ์แบบแบ่งตู้อบ ดังภาพ 4.53 และค่าที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์แบบแบ่งตู้อบ ดังภาพ 4.54

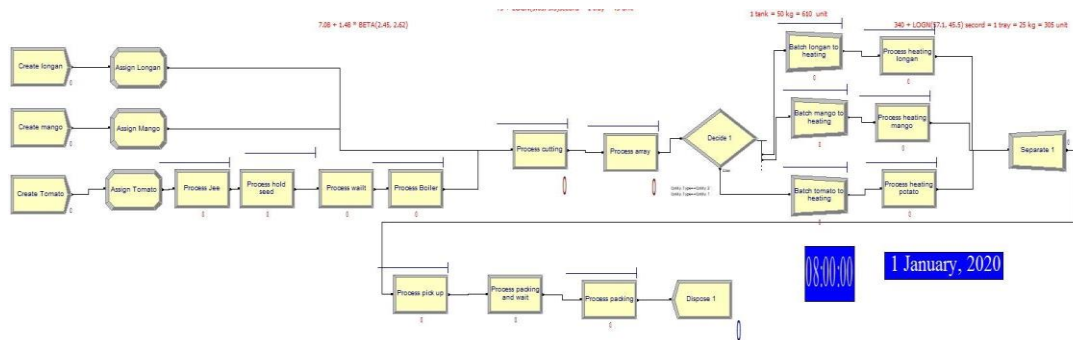


ภาพ 4.51 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วง,มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกัน

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity2	102.15	.02256	102.08	102.20	10
Statistic total Time	229.62	.04676	229.48	229.70	10
Statistic Entity1	47.059	9.5761E-04	47.058	47.062	10

ภาพ 4.52 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วง,มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกันแบบใช้ตู้อบร่วมกัน

จากภาพ 4.52 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วงและมะเขือเทศและลำไยอบแห้งพร้อมกันโดยใช้ตู้อบร่วมกันนั้น ใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 229.62 ชั่วโมง มีค่า Half-Width คือ 0.04676 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ



ภาพ 4.53 แสดงแบบจำลองสถานการณ์มะม่วง,มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกันแบบแบ่งตู้อบ

Identifier	Average	Half-width	Minimum	Maximum	# Replications
Statistic Entity 2	102.38	.17205	102.12	102.77	10
Statistic Total Time	234.79	.54457	233.70	235.57	10
Statistic Entity 1	52.458	.06583	52.347	52.636	10
Statistic Entity 3	79.944	.37917	79.148	80.441	10

ภาพ 4.54 แสดงค่าของแบบจำลองสถานการณ์มะม่วง,มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกันแบบแบ่งตู้อบ

จากภาพ 4.54 พบว่าเวลาโดยรวมของกระบวนการผลิตมะม่วง,มะเขือเทศและลำไยอบแห้งร่วมกันแบบแบ่งตู้อบ โดยให้มะม่วงใช้ตู้อบจำนวน 4 ตู้ มะม่วงใช้ตู้อบจำนวน 2 ตู้ และมะเขือเทศใช้ตู้อบจำนวน 2 ตู้ นั้นใช้เวลาทั้งหมดโดยเฉลี่ย 234.79 ชั่วโมง โดยมีค่า Half-Width คือ 0.54457 จากการรันซ้ำทั้งหมด 10 รอบ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในบทที่แล้วทำให้สามารถวิเคราะห์แนวทางที่เหมาะสมในการจัดตารางตู้อบของผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง รวมทั้งผลการเปรียบเทียบในการนำแนวทางการจัดตารางตู้อบที่ผลิตได้หลากหลายชนิดไปทดลองใช้ในแบบจำลองสถานการณ์กับผลก่อนการปรับปรุงและสำหรับบทนี้จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากงานวิจัยมาทั้งหมด เพื่อให้งานวิจัยนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์หลักของการทำงานวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ปัญหาและอุปสรรคที่พบในการทำงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง

จากการดำเนินงานวิจัย การจัดตารางตู้อบผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้ง ทำให้ทราบถึงการใช้ตู้อบที่ยังไม่ได้ใช้เต็มประสิทธิภาพจึงได้ทำการเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ตู้อบ จากการเก็บข้อมูลในระบบจริงทำให้ทราบกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดและทำการจับเวลาในทุกกระบวนการผลิตและนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ต่อไป

5.2 สรุปผลการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

จากการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) ทำให้ได้แบบจำลองสถานการณ์ที่สามารถนำมาวิเคราะห์กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิดได้ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบชั่วโมงการผลิตรวมของกระบวนการจริง และข้อมูลที่แสดงจากโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าค่าที่ได้จากสถานการณ์จริงมีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ โดยอยู่ในช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ไม่มีความแตกต่างกันจึงสามารถนำแบบจำลองสถานการณ์มาใช้แทนสถานการณ์จริงได้

5.3 สรุปแนวทางการจัดตารางการอบผลไม้อบแห้ง

เมื่อได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์มาแล้วจึงนำมาหาแนวทางในการจัดตารางตู้อบผลไม้อบแห้ง สามารถสรุปแนวทางได้ดังนี้

วิธีที่ 1 : ทำการผลิตผลไม้อบแห้งเพียงชนิดเดียวที่ละกระบวนการผลิตแบบเดิม

วิธีที่ 2 : ทำการผลิตผลไม้อบแห้งที่ละสองชนิด ดังนี้ มะม่วงและลำไย, มะม่วงและมะเขือเทศ, ลำไยและมะเขือเทศ เพื่อจัดการตารางการนำเข้าผลไม้แต่ละชนิดเพื่อเข้าการอบโดยที่มีตู้อบแปดตู้ จึงสามารถจัดสรรลำดับการอบผลไม้อย่างอิสระและดูค่าข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อตรวจสอบว่าสามารถทำได้จริง

วิธีที่ 3 : ทำการผลิตผลไม้อบแห้งทั้งสามชนิดพร้อมกันและดูแนวทางการเป็นไปได้ในการจัดการตารางการนำเข้าผลไม้แต่ละชนิดเพื่อเข้าการอบโดยที่มีตู้อบแปดตู้จึงสามารถจัดสรรลำดับการอบผลไม้อย่างอิสระและดูค่าข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อตรวจสอบว่าสามารถทำได้จริง

เมื่อนำแนวทางการปรับปรุงต่างจากแบบจำลองสถานการณ์แล้วสามารถสรุปได้ว่า วิธีการที่น่าสนใจเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการผลิตจริงคือ วิธีที่ 3 เพราะสามารถใช้ตู้อบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการอบกระบวนการผลิต ในการทำผลไม้อบแห้งได้ถึงสามชนิดพร้อมกันในหนึ่งกระบวนการผลิตเพราะมีการไหลเวียนของวัตถุดิบตลอดเวลาและมีประสิทธิภาพและเวลาโดยรวมเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วงที่ไม่ห่างจากกระบวนการผลิต วิธีอื่นๆมากนัก

5.4 ปัญหาและอุปสรรค

ตาราง 5.1 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
1. บางกระบวนการมีเวลาการผลิตที่ไม่สม่ำเสมอทำให้การสร้างแบบจำลองเป็นไปไม่ได้ด้วยความยากลำบาก	1. แก้ไขแบบจำลองสถานการณ์โดยการเพิ่มเวลาหยุดงานตามความเหมาะสม
2. บางครั้งไม่สามารถเก็บข้อมูลได้เนื่องจากไม่มีการทำงานในส่วนที่ต้องการเก็บข้อมูล	2. ต้องมีการนัดหมายกับทางโรงงานล่วงหน้าก่อนมีการเข้าไปเก็บข้อมูล
3. การทำงานของพนักงานค่อนข้างไม่เป็นมาตรฐานทำให้เกิดอุปสรรคในการเก็บข้อมูล	3. นำวิธีการทำงานของพนักงานส่วนใหญ่มาเป็นมาตรฐานในการทำงาน

บรรณานุกรม

ชุติภัทร ฉิมพาลี (2560). การจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงกำลังการผลิตของเครื่องเคลือบสสารโดยใช้โปรแกรมจำลองอารีนา สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ่งรัตน์ ริจิรวนิช (2553). คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเวลาเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองโปรแกรม อารีน่า (Arena)

ข้อมูลเวลาเพื่อการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ตาราง ก-1 ผลลัพธ์มะม่วงอบแห้ง (ปอกเปลือก)

จำนวนการจับเวลา	มะม่วง			
	ระยะเวลาของการ ปอกเปลือกคนที่1 (วินาที)	ระยะเวลาของการ ปอกเปลือกคนที่2 (วินาที)	ระยะเวลาของการ ปอกเปลือกคนที่3 (วินาที)	ระยะเวลาของการ ปอกเปลือกคนที่4 (วินาที)
1	7.32	8.4	7.54	8.02
2	7.65	7.92	8.12	7.44
3	7.24	8.05	8.24	7.78
4	7.33	7.78	7.85	7.52
5	7.42	8.34	8.1	7.85
6	7.98	8.21	7.69	8.05
7	8.01	7.67	8.1	7.82
8	7.32	8.4	7.54	8.02
9	7.65	7.92	8.12	7.44
10	7.24	8.05	8.24	7.78
11	7.33	7.78	7.85	7.52
12	7.42	8.34	8.1	7.85
13	7.98	8.21	7.69	8.05
14	8.01	7.67	8.1	7.82
15	7.54	8.43	7.48	7.86
16	7.82	8.13	7.82	8.04
17	7.33	8.18	7.58	7.66
18	7.87	7.53	7.82	7.48
19	7.21	8.20	7.64	8.14
20	7.25	7.65	7.69	7.59
เวลาเฉลี่ยต่อคน	7.38	7.81	8.02	7.41

ตาราง ก-2 ผลผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง (จัดเรียงบนถาด)

มะม่วงอบแห้ง										
จำนวน การจับ เวลา	ถาดที่1 (วินาที)	ถาดที่2 (วินาที)	ถาดที่3 (วินาที)	ถาดที่4 (วินาที)	ถาดที่5 (วินาที)	ถาดที่6 (วินาที)	ถาดที่7 (วินาที)	ถาดที่8 (วินาที)	ถาดที่9 (วินาที)	เวลาเฉลี่ย ทั้งหมด
1	712.78	723.44	712.72	710.35	760.56	764.74	754.47	768.97	750.4	739.83
2	722.46	708.02	720.4	723.12	727.42	730.21	732.06	766.85	780.45	734.55
3	709.34	711.62	737.18	740.44	714.46	749.99	752.56	786.94	740.79	738.15
4	735.82	732.91	754.45	726.9	748.08	741.22	731.77	722.99	736.97	736.79
5	752.82	728.81	724.57	728.59	733.1	724.47	711.33	721.91	747.2	730.31
6	740.65	738.89	741.69	755.14	731.77	727.13	734.5	726.82	733.11	736.63
7	723.38	729.65	728.97	749.44	728.18	750.49	732.01	755.16	750.96	738.69
8	715.84	728.27	737.91	727.37	732.87	737.92	724.45	720.86	748.18	730.41
9	733.5	711.95	728.05	748.11	735.54	722.09	745.76	715.58	731.35	730.21
10	737.93	717.45	745.06	737.21	754.93	710.64	710.46	710.71	748.22	730.29
11	711.98	750.88	751.86	728.68	718.84	747.76	716.45	714.87	716.54	728.65
12	712.77	727.64	710.24	755.13	752.79	735.62	730.38	711.25	712.62	727.60
13	721.54	729.1	713.5	734.98	740.36	718.35	752.26	736.26	711.87	728.69
14	719.65	752.82	749.18	732.01	754.29	755.27	733.65	753.33	754.42	744.96
15	715.81	739.33	729.91	719.88	729.99	729.93	745.58	739.53	743.31	732.59
16	740.22	753.18	721.47	716.78	712.42	755.04	734.39	716.64	751.17	733.48
17	722.9	755.17	715.97	726.53	735.99	754.63	721.33	716.68	723.79	730.33
18	735.74	744.75	735.98	738.1	726.39	710.64	745.54	712.86	736.53	731.84
19	742.73	750.88	740.13	741.82	752.16	733.35	729.86	746.97	735.24	741.46
20	747.89	717.97	733.21	735.03	754.52	722.5	739.02	727.02	742.77	735.55
เวลา เฉลี่ย ต่อถาด	727.79	732.64	731.62	733.78	737.23	736.10	733.89	733.61	739.79	

ตาราง ก-3 ผลิตรายณ์ล่ำไยอบแห้ง (คว่ำนเมล็ด)

จำนวนการจับเวลา	ล่ำไย			
	ระยะเวลาของ การคว่ำนเมล็ด คนที่1 (วินาที)	ระยะเวลาของ การคว่ำนเมล็ด คนที่2 (วินาที)	ระยะเวลาของ การคว่ำนเมล็ด คนที่3 (วินาที)	ระยะเวลาของ การคว่ำนเมล็ด คนที่4 (วินาที)
1	3.67	3.32	2.92	3.71
2	3.48	4.13	3.17	3.24
3	3.57	3.17	3.22	3.82
4	3.89	4.07	3.32	4.22
5	3.47	4.2	3.96	3.27
6	3.61	3.97	3.76	4.04
7	4.12	3.79	3.07	4.14
8	4.05	4.01	4.05	3.85
9	3.74	3.71	3.92	4.12
10	3.84	3.79	3.08	3.46
11	4.02	3.51	3.41	3.82
12	4.04	3.75	3.97	4.07
13	3.75	4.05	3.84	3.96
14	4.02	3.81	3.84	3.66
15	3.51	3.76	2.95	3.86
16	3.52	3.43	3.27	3.17
17	3.75	3.63	3.42	4.06
18	3.52	4.08	3.23	3.6
19	3.83	3.45	3.12	4.07
20	4.11	4.12	4.23	3.95
เวลาเฉลี่ยต่อคน	4.05	4.01	4.05	3.85

ตาราง ก-4 ผลผลิตถ่านล่ำไยอบแห้ง (จัดเรียงบนถาด)

ล่ำไยอบแห้ง										
จำนวน การจับ เวลา	ถาดที่1 (วินาที)	ถาดที่2 (วินาที)	ถาดที่3 (วินาที)	ถาดที่4 (วินาที)	ถาดที่5 (วินาที)	ถาดที่6 (วินาที)	ถาดที่7 (วินาที)	ถาดที่8 (วินาที)	ถาดที่9 (วินาที)	เวลา เฉลี่ย ทั้งหมด
1	367.56	369.88	369.97	372.44	376.29	367.78	407.89	401.59	410.34	382.64
2	360.12	340.07	387.09	399.56	375.67	389.12	412.65	407.98	430.67	389.21
3	369.89	370.34	367.09	349.87	365.98	419.99	454.95	417.01	436.56	394.63
4	364.51	376.98	383.71	389.35	389.10	380.07	414.47	430.94	454.68	398.20
5	381.62	371.63	374.18	361.36	383.63	363.34	408.31	441.7	422.83	389.84
6	361.95	388.32	365.11	387.35	373.02	385.3	418.93	440.4	427.82	394.24
7	383.97	381.87	363.43	375.63	382.1	373.28	431.85	437.95	441.11	396.80
8	377.14	371.79	384.9	385.97	361.07	370.62	451.57	403.28	410.02	390.71
9	388.34	373.52	363.36	378.92	364.97	385.91	409.45	414.62	431.55	390.07
10	364.8	383.35	363.6	379.14	369.7	382.27	414.46	408.29	406.55	385.80
11	374.51	376.46	363.67	383.13	361.78	384.34	448.81	431.29	445.71	396.63
12	368.31	367.76	370.16	362.32	379.75	364.13	433.64	438.78	422.18	389.67
13	374.42	363.29	367.99	378.72	362.5	386.87	439.31	429.44	443.44	394.00
14	387.27	379.94	374.85	378.41	363.76	386.45	439.4	422.21	423.07	395.04
15	379.86	360.08	374.21	372.9	366.43	365.71	413.74	422.89	415.85	385.74
16	388.02	370.71	373.77	368.49	389.28	386.57	444.35	412.96	442.8	397.44
17	381.73	360.64	369.64	378.81	367.51	373.66	420.49	450	422.43	391.66
18	386.38	381.04	383.35	388.03	388.88	369.52	412.43	444.46	434.66	398.75
19	360.76	371.15	367.36	386.47	361.33	377.11	420.05	428.9	411.64	387.20
20	389.81	370.26	389.91	389.39	389.2	388.45	412.54	419.6	438.36	398.61
เวลา เฉลี่ยต่อ ถาด	375.55	371.45	372.87	378.31	373.60	380.02	425.46	425.21	428.61	

ตาราง ก-5 ผลิตรัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง

จับเวลา ครั้งที่	การจิ้มเมล็ด (วินาที)
1	15
2	12
3	14
4	13
5	15
6	12
7	11
8	12
9	10
10	14
11	12
12	11
13	10
14	16
15	14
16	15
17	13
18	12
19	11
20	14

ตาราง ก-6 ผลิตรัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง

จับเวลา ครั้งที่	คนที่1 (วินาที)	คนที่2 (วินาที)	คนที่3 (วินาที)
1	1.12	1.18	1.16
2	1.14	1.15	1.13
3	1.11	1.11	1.07
4	1.10	1.11	1.05
5	1.04	1.07	1.07
6	1.01	1.17	1.06
7	1.14	1.06	1.18
8	1.00	1.09	1.08
9	1.15	1.10	1.19
10	1.01	1.16	1.19
11	1.09	1.14	1.14
12	1.03	1.06	1.06
13	1.09	1.04	1.18
14	1.15	1.11	1.08
15	1.13	1.07	1.04
16	1.04	1.13	1.12
17	1.15	1.19	1.07
18	1.06	1.06	1.10
19	1.11	1.14	1.09
20	1.14	1.10	1.10

ตาราง ก-7 ผลลัพธ์คะแนนเชือกทดสอบแห้ง (จัดเรียงบนลาด)

จับเวลา ครั้งที่	ลาด1 (นาท)	ลาด2 (นาท)	ลาด3 (นาท)	ลาด4 (นาท)	ลาด5 (นาท)	ลาด6 (นาท)	ลาด7 (นาท)	ลาด8 (นาท)	ลาด9 (นาท)
1	2.01	2.01	2.12	2.05	2.01	2:10	2:02	2:12	2:00
2	2.08	2.15	2.13	2.14	2.01	2:03	2:03	2:11	2:08
3	2.01	2.17	2.03	2.09	2.18	2:16	2:10	2:16	2:16
4	2.02	2.15	2.01	2.04	2.07	2:18	2:06	2:17	2:17
5	2.13	2.06	2.12	2.15	2.08	2:12	2:14	2:12	2:14
6	2.12	2.03	2.02	2.05	2.04	2:10	2:08	2:01	2:08
7	2.16	2.06	2.04	2.17	2.16	2:19	2:00	2:15	2:05
8	2.06	2.12	2.15	2.15	2.05	2:08	2:16	2:07	2:05
9	2.14	2.16	2.00	2.11	2.10	2:13	2:02	2:12	2:12
10	2.04	2.10	2.03	2.09	2.03	2:18	2:00	2:09	2:13
11	2.08	2.02	2.10	2.16	2.00	2:17	2:01	2:12	2:14
12	2.16	2.15	2.10	2.10	2.18	2:16	2:07	2:17	2:09
13	2.19	2.16	2.18	2.11	2.12	2:15	2:15	2:06	2:10
14	2.12	2.09	2.10	2.08	2.14	2:07	2:06	2:02	2:08
15	2.04	2.19	2.00	2.18	2.14	2:00	2:12	2:05	2:03
16	2.04	2.09	2.17	2.09	2.06	2:12	2:05	2:06	2:14
17	2.19	2.15	2.06	2.03	2.06	2:19	2:18	2:13	2:09
18	2.04	2.03	2.00	2.15	2.05	2:05	2:08	2:01	2:19
19	2.05	2.08	2.04	2.15	2.06	2:10	2:02	2:09	2:02
20	2.01	2.06	2.11	2.19	2.13	2:11	2:18	2:01	2:00

ตาราง ก-8 ผลิตรัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง (ต้มในกระทะ)

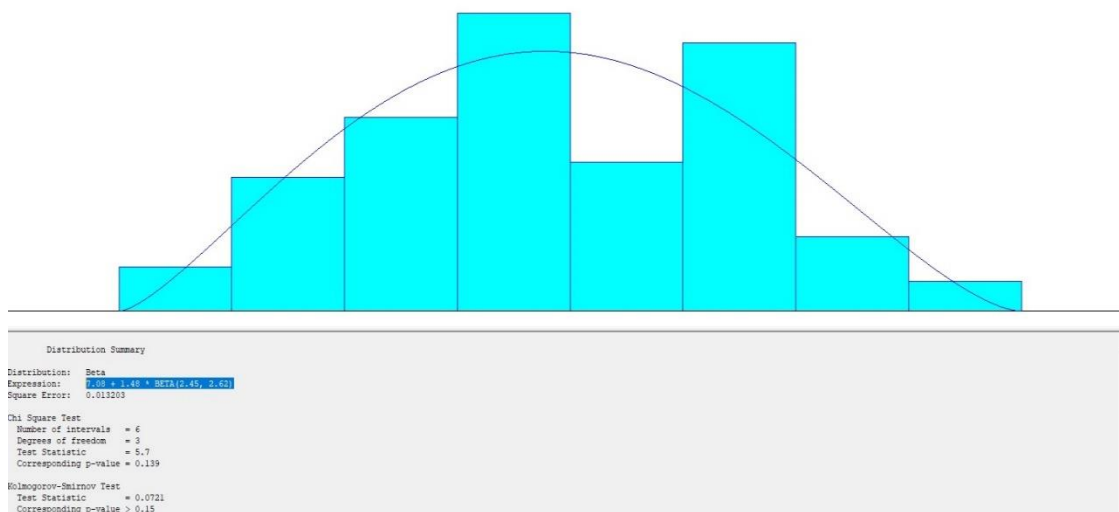
จับเวลาครั้งที่	กระทะที่1 (วินาที)	กระทะที่2 (วินาที)	กระทะที่3 (วินาที)
1	5.02	5.12	5.02
2	5.10	5.17	5.01
3	5.31	5.05	5.09
4	5.14	5.23	5.19
5	5.25	5.39	5.28
6	5.23	5.18	5.12
7	5.07	5.24	5.05
8	5.36	5.37	5.23
9	5.10	5.37	5.38
10	5.12	5.15	5.38
11	5.08	5.09	5.38
12	5.31	5.05	5.28
13	5.37	5.06	5.23
14	5.16	5.25	5.38
15	5.30	5.37	5.31
16	5.10	5.38	5.34
17	5.21	5.18	5.28
18	5.11	5.09	5.14
19	5.10	5.03	5.00
20	5.13	5.02	5.15

ภาคผนวก ข

ข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลา

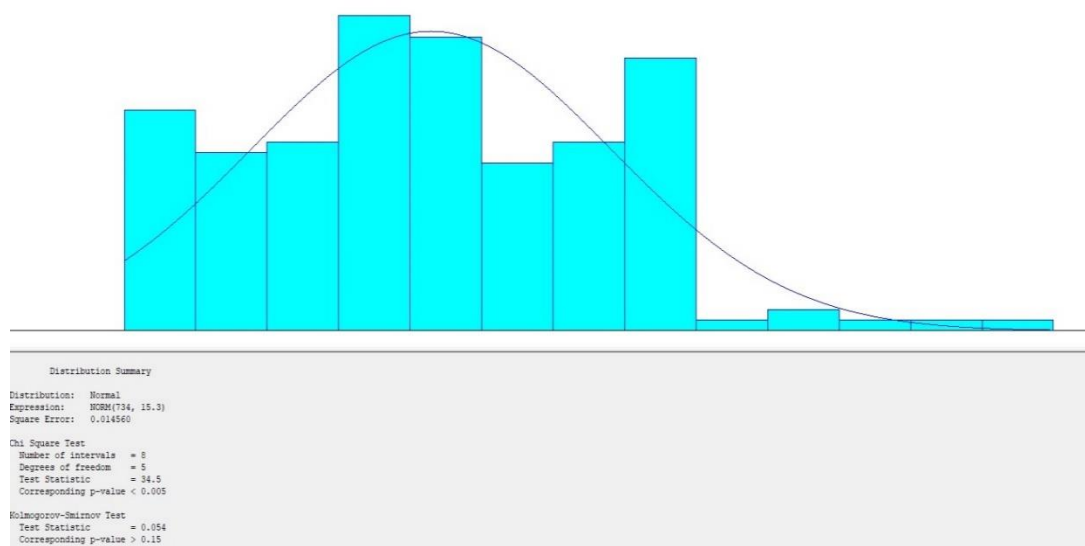
ภาคผนวกนี้จะแสดงถึงข้อมูลการกระจายตัวทางสถิติของข้อมูลเวลาที่ถูกวิเคราะห์โดยโปรแกรม Input Analyzer เพื่อนำค่าไปเป็นข้อมูลแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีการนำข้อมูลดิบมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. เวลาการทำงานในกระการปอกเปลือกมะม่วง มีค่าการกระจายตัวทางสถิติเป็น $7.08 + 1.48 * \text{BETA}(2.45, 2.62)$



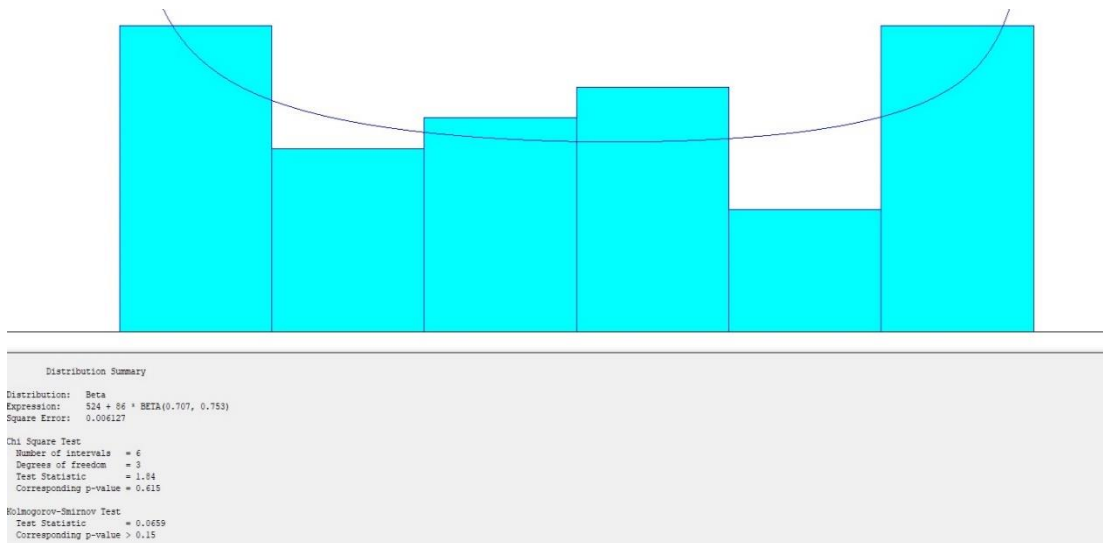
ภาพ ข-1 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการปอกเปลือกมะม่วง

2. เวลาการทำงานในกระบวนการหั่นและจัดเรียงมะม่วง มีค่าการกระจายตัวทางสถิติเป็น $\text{NORM}(734, 15.3)$



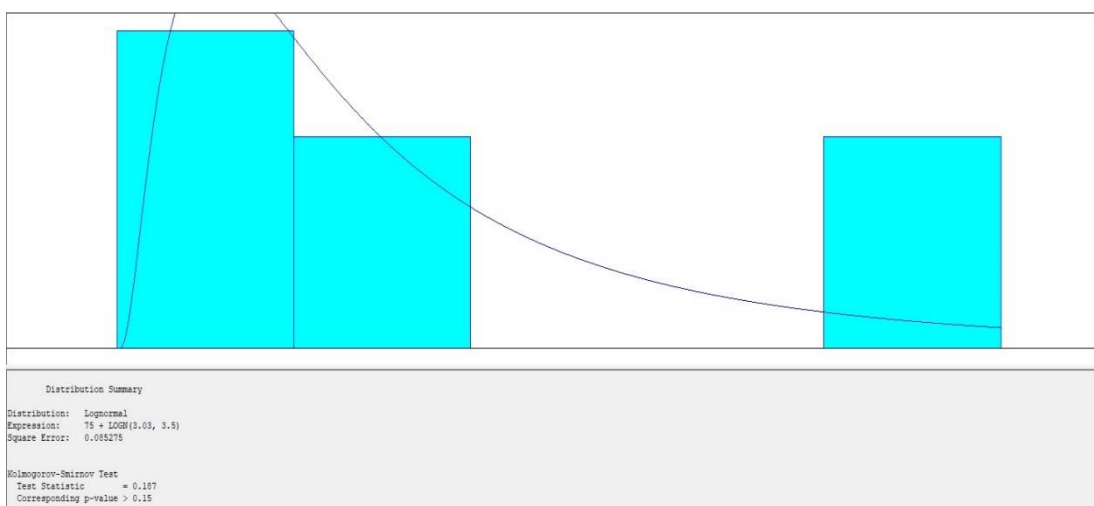
ภาพ ข-2 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการหั่นและจัดเรียงมะม่วง

3. เวลาการทำงานในกระบวนการคัดแยกมะม่วงอบแห้ง มีค่าการกระจายตัวทางสถิติเป็น $524 + 86 * \text{BETA}(0.707, 0.753)$



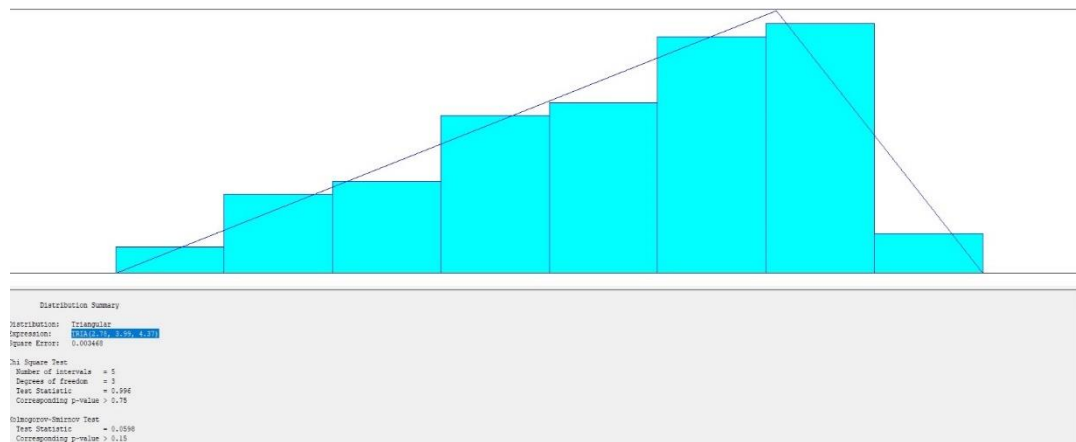
ภาพ ข-3 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการคัดแยกมะม่วง

4. เวลาการทำงานในกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง มีค่าการกระจายตัวเป็น $75 + \text{LOGN}(3.03, 3.5)$



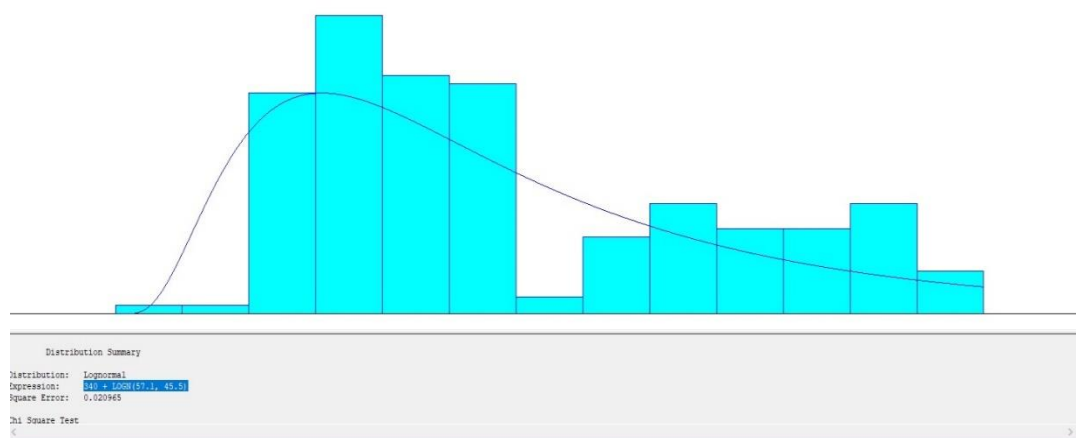
ภาพ ข-4 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์มะม่วงอบแห้ง

5. เวลาการทำงานในกระบวนการปอกเปลือกและคว้านเมล็ดลำไย มีค่าการกระจายตัวเป็น $TRIA(2.78, 3.99, 4.37)$



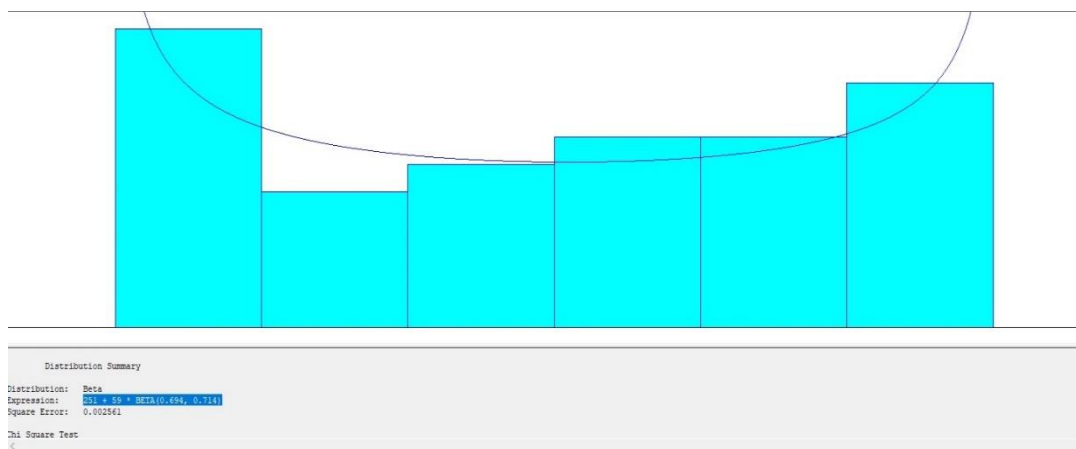
ภาพ ข-5 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการปอกเปลือกและคว้านเมล็ดลำไย

6. เวลาการทำงานในกระบวนการจัดเรียงลำไย มีค่าการกระจายตัวเป็น $340 + LOGN(57.1, 45.5)$



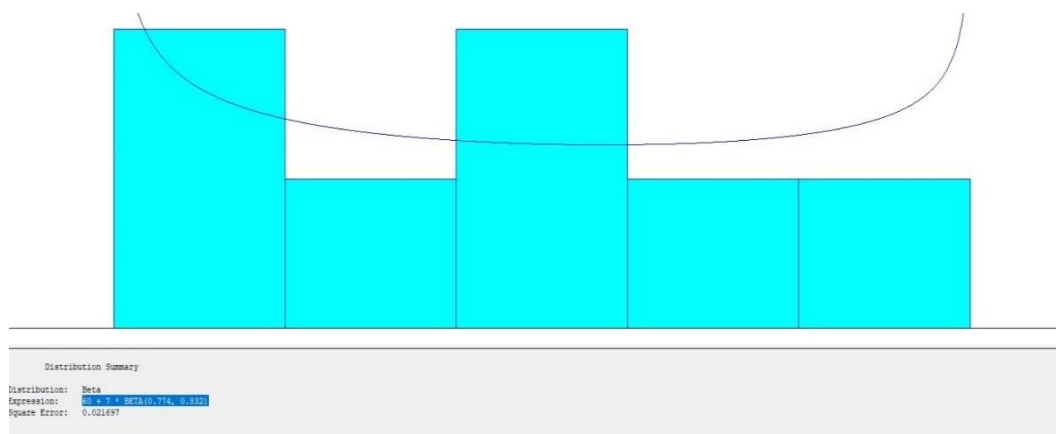
ภาพ ข-6 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการจัดเรียงลำไย

7. เวลาการทำงานในกระบวนการคัดแยกลำไย มีค่าการกระจายตัวเป็น $251 + 59 * \text{BETA}(0.694, 0.714)$



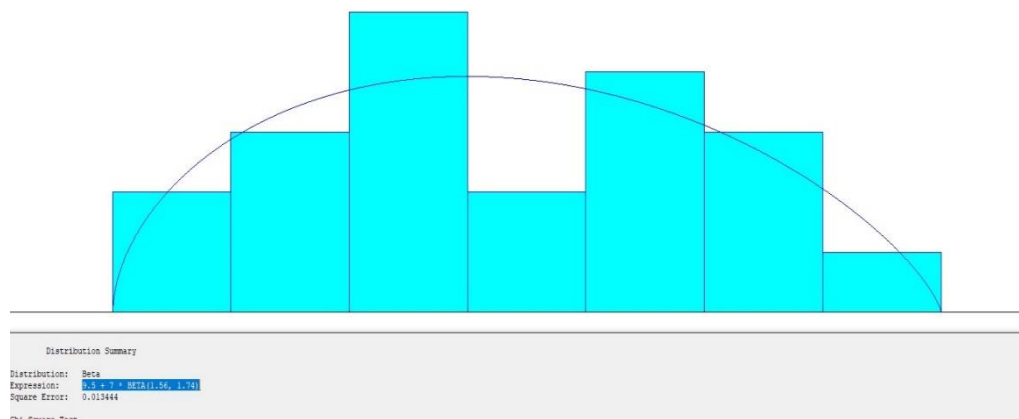
ภาพ ข-7 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการคัดแยกลำไย

8. เวลาการทำงานในกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์ลำไย มีค่าการกระจายตัวเป็น $60 + 7 * \text{BETA}(0.774, 0.832)$



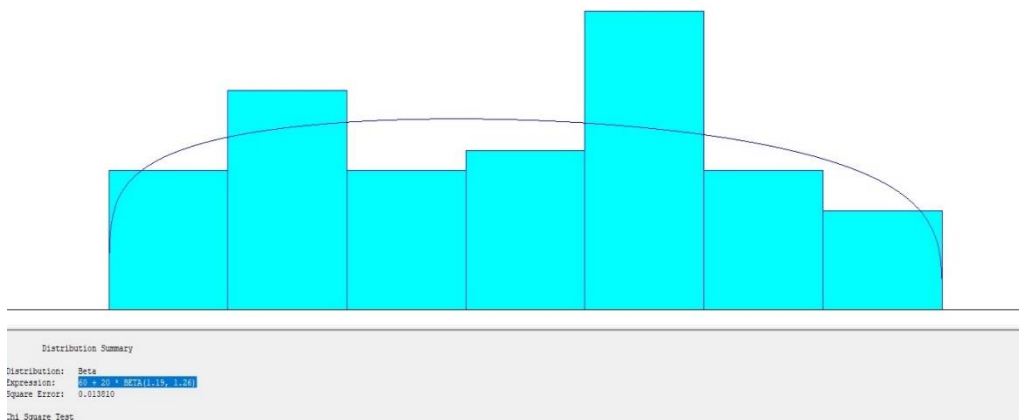
ภาพ ข-8 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์ลำไย

9. เวลาการทำงานในกระบวนการเจาะเมล็ดมะเขือเทศ มีค่าการกระจายตัวเป็น $9.5 + 7 * \text{BETA}(1.56, 1.74)$



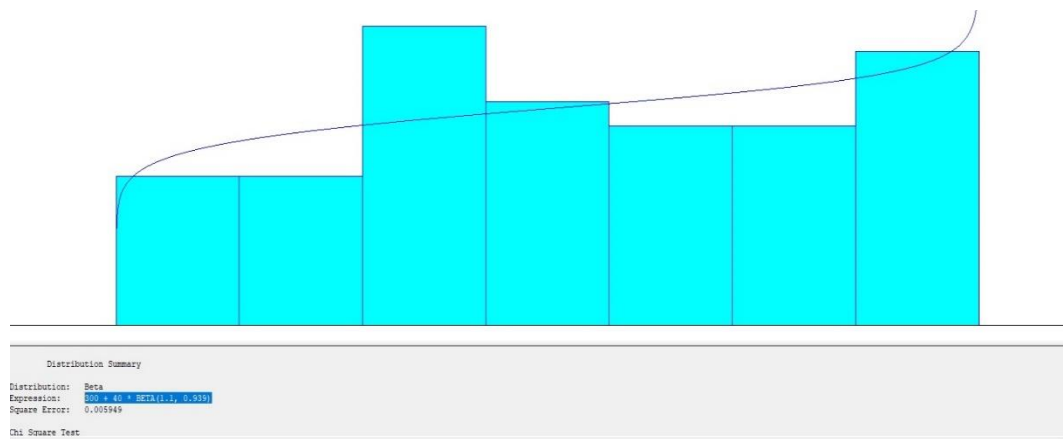
ภาพ ข-9 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการเจาะเมล็ดมะเขือเทศ

10. เวลาทำงานในกระบวนการแช่น้ำปูนใสของมะเขือเทศ มีค่าการกระจายตัวเป็น $60 + 20 * \text{BETA}(1.19, 1.26)$



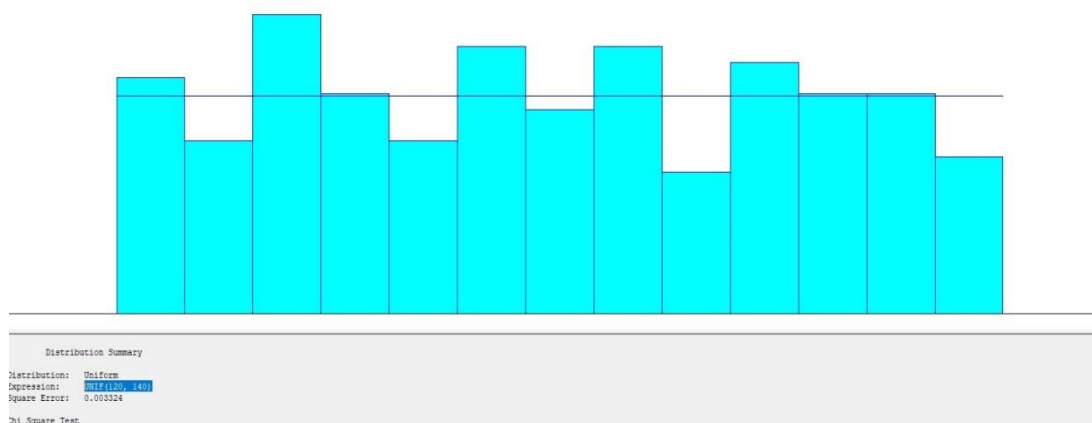
ภาพ ข-10 การกระจายตัวทางสถิติของกระบวนการแช่น้ำปูนใส

11.เวลาทำงานในกระบวนการต้มมะเขือเทศ มีค่าการกระจายตัวเป็น $300 + 40 * \text{BETA}(1.1, 0.939)$



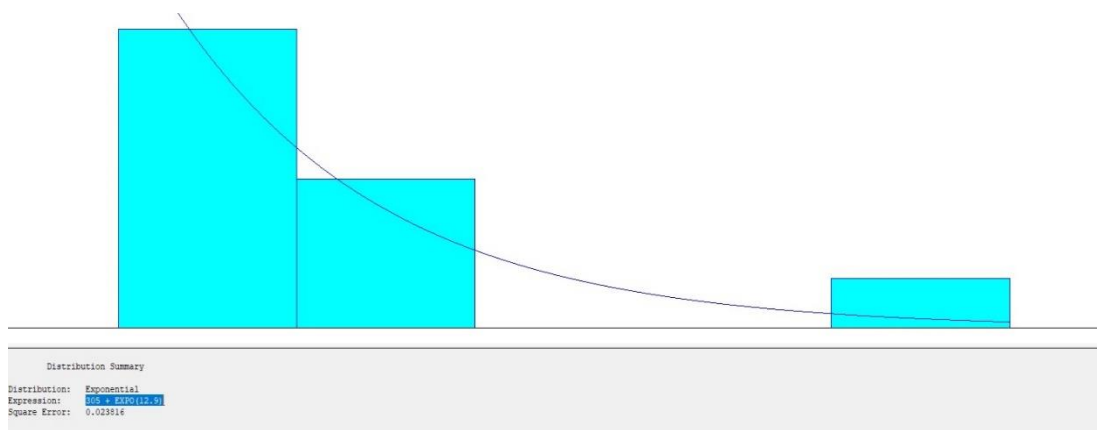
ภาพ ข-11 การกระจายตัวของกระบวนการต้มมะเขือเทศ

12. เวลาทำงานในกระบวนการจัดเรียงมะเขือเทศเป็น $\text{UNIF}(120, 140)$



ภาพ ข-12 การกระจายตัวของกระบวนการจัดเรียงมะเขือเทศ

13. เวลาทำงานในกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์มะเขือเทศอบแห้ง มีค่าการกระจายตัวเป็น $305 + \text{EXPO}(12.9)$



ภาพ ข-13 การกระจายตัวที่สถิติของกระบวนการบรรจุและติดฉลากผลิตภัณฑ์ของมะเขือเทศอบแห้ง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล : นายภูชิสส์ รักสัตย์
ชื่อเล่น : ปาม
รหัสนักศึกษา : 580610604
วันเกิด : 23 เมษายน 2539
ที่อยู่ : 9/5 หมู่ที่ 4 ตำบลหนองหอย อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่ 50000
Email : puchit.chit23@gmail.com



ประวัติการศึกษา :

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนวาริชเชียงใหม่

ปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถานที่ฝึกงาน : แพลตฟอร์มเครื่องเย็น (1994) เชียงใหม่

ชื่อ-สกุล : นายอาณกร นิต์ศน์วิจิตร
ชื่อเล่น : อาร์ม
รหัสนักศึกษา : 590610363
วันเกิด : 4 กุมภาพันธ์ 2539
ที่อยู่ : 79/1 หมู่ 4 ตำบล สารภี อำเภอ สารภี
จังหวัดเชียงใหม่ 50140
Email : n_anakorn@hotmail.com



ประวัติการศึกษา :

ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนมงฟอร์ตวิทยาลัย แผนกมัธยม

ปัจจุบัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถานที่ฝึกงาน : ยังไม่ได้ฝึกงาน

