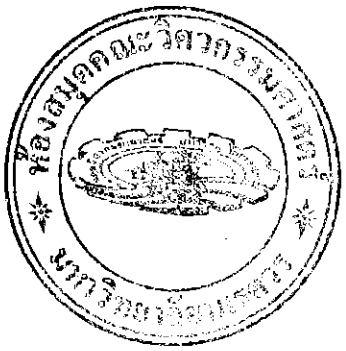


การสร้างแบบจำลองของบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด

DEVELOPMENT OF COMPUTER SIMULATION TOOL MANUFACTURING PLANNING AT THAIRUNGREAUNG PLASTIC COMPANY

นายทวีศักดิ์ ศรีสันติวรรณ รหัส 48380199

นางสาวสุภาภรณ์ ทองสี รหัส 48380313

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน 1506748 ค.2
เลขเรียกหนังสือ ส.ร. ท228ก
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างแบบจำลองของบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายทวีศักดิ์ ศรีสันติวรรณ	รหัส 48380199
	นางสาวสุภาภรณ์ ทองสี	รหัส 48380313
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษฎา สิมารักษ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ	
ปีการศึกษา	2551	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษฎา สิมารักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชัย ฤตวิรุฬห์)

.....กรรมการ
(อาจารย์กานต์ ลี่วัฒนายิ่งยง)

.....กรรมการ
(อาจารย์อาภาภรณ์ จันทร์ปีรักษ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การสร้างแบบจำลองของบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายทวีศักดิ์ ศรีสันติวรรณ รหัส 48380199
	นางสาวสุภาภรณ์ ทองสี รหัส 48380313
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษฎา สิมารักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2551

.....

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาระบบการทำงานและเวลาการทำงานของเครื่องจักรของบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด โดยนำข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักรมาใช้ในแบบจำลองในกระบวนล้างเศษพลาสติก จนถึงกระบวนการหลอมและตัดเป็นเม็ดพลาสติก

ในการการศึกษางานวิจัยนี้ ได้ใช้โปรแกรม Arena เพื่อสร้างแบบจำลองขึ้น จากนั้นทำการปรับเทียบข้อมูลเวลาในการทำงานให้เหมาะสมกับข้อจำกัดของโปรแกรม โดยปรับเทียบเป็นอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำไปใช้ในแบบจำลอง และทำการหารูปแบบการกระจาย จากนั้นทำการสร้าง Module ย่อยให้ใกล้เคียงกับระบบการทำงานจริง

นำผลลัพธ์ของระบบการผลิตที่ทำการจำลองเปรียบเทียบ กับผลผลิตที่ได้จากการผลิตจริง พบว่ามีค่าที่ไม่ใกล้เคียงกับระบบจริงเนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ห้ามไม่ให้ Entity เกิน 150 หน่วย ในแบบจำลองทำให้ต้องปรับเทียบอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปใช้ในแบบจำลอง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตว่าเกิดการรอคอยมากที่จุดใด เพื่อนำข้อบกพร่องไปทำการปรับปรุง แบบจำลองที่เป็นทางเลือกใหม่ โดยพิจารณาเวลาในการรอคอยของเครื่องจักรที่มาก พิจารณาความเป็นไปได้ของพื้นที่ในการวางเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุงแบบจำลองและทำการประมวลผลทางเลือกทั้งหมดเมื่อประมวลผลแล้วจึงเปรียบเทียบ อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน และ พิจารณาการลดเวลาในการรอคอย เพื่อหาแบบจำลองที่เป็นทางเลือกในการปรับปรุงที่ดีที่สุดเพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ

กิตติกรรมประกาศ

โครงโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างที่ดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิษฎา สิมารักษ์ ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณขอขอบคุณ ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง ที่ได้ให้แนวความคิด อธิบาย ให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินการวิจัย

ขอขอขอบคุณ บริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด และบุคคลากรภายในบริษัททุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และให้ความรู้ในเรื่องของข้อมูลการผลิตของโรงงาน

ขอขอขอบคุณอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่างๆ อันเป็นประโยชน์ในการทำโครงงานในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยในการทำโครงงานนี้ทุกท่าน

สุดสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน บิดา มารดา และเพื่อนๆที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำการวิจัยทำโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วง ตามเป้าหมายที่ได้วางเอาไว้

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายทวีศักดิ์ ศรีสันติวรรณ
นางสาวสุภาภรณ์ ทองสี
มกราคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความสำคัญของและที่มาโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....1
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....1
1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย.....2
1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....2
1.8 แผนการดำเนินโครงงาน (gantt chart) ทุก 2 อาทิตย์.....2
1.9 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 ชนิดของ Simulation.....3
2.1.1 Static กับ Dynamic.....3
2.1.2 Continuous กับ Discrete.....3
2.1.3 Deterministic กับ Stochastic.....4
2.2 ประเภทของแบบจำลอง.....4
2.2.1 แบบจำลองทางกายภาพ.....4
2.2.2 แบบจำลองเชิงตรรกะ หรือเชิงคณิตศาสตร์.....4
2.2.3 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์.....4

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์.....6
2.3.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน.....6
2.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและให้ความหมายแบบจำลองสถานการณ์.....7
2.3.3 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลองสถานการณ์.....8
2.3.4 การสร้างโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์และ.....19
ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์
2.3.5 การทดลองดำเนินการโปรแกรมจำลองสถานการณ์เบื้องต้น.....10
2.3.6 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์.....10
2.3.7 การออกแบบการทดลอง.....10
2.3.8 การดำเนินงานการทดลองจริง.....11
2.3.9 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง.....12
2.3.10 การจัดทำเป็นเอกสาร การนำเสนอ และการนำผลที่ได้รับนำมาใช้งานจริง.....12
2.4 Arena Simulation Software.....13
2.4.1 การศึกษา Arena Simulation Software.....14
2.4.2 ความสามารถของ Arena.....15
2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์.....16
2.5.1 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล.....16
2.5.2 การสร้าง Module ขั้นตอนย่อย ในกระบวนการผลิต.....16
2.5.3 การ Run ผลโปรแกรม.....16

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย.....17
3.1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตของโรงงานและเก็บข้อมูลจริงจากโรงงาน.....17
3.1.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์.....17
3.1.2 ผังโรงงานลักษณะการไหลของวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มต้นจนกลายเป็น.....17
ผลิตภัณฑ์ (เม็ดพลาสติก)
3.1.3 เวลาการทำงานของเครื่องจักร.....17
3.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์.....17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 ปรับจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองให้ไม่เกิน 150 หน่วย.....17

3.2.2 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล.....17

3.2.3 สร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต.....17

3.2.4 ทำการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน.....17

3.2.5 ป้อนค่าของรูปแบบการกระจายและค่าอื่นๆลงใน Module.....17

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....17

3.3.1 ทำการ Run ผลโปรแกรมและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....17

3.3.2 วิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการและทำการปรับปรุง Model ใหม่.....17

3.4 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลอง.....17

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย.....18

4.1 ระบบการผลิตและปัญหาที่พบในโรงงาน.....18

4.1.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก.....18

4.1.2 ผังการไหลของวัสดุตั้งแต่เริ่มจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ (เม็ดพลาสติก).....21

4.1.3 ข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร.....23

4.2 แบบจำลองสถานการณ์.....24

4.2.1 ปรับจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองให้ไม่เกิน 150 หน่วยใน Model.....24

4.2.2 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล.....24

4.2.3 การสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต.....26

4.2.4 ทำการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน โดยการใช้คำสั่ง connect.....31

4.2.5 ป้อนข้อมูลต่างๆลงใน Module.....32

4.3 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....44

4.3.1 การ Run ผลโปรแกรมและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง.....45

4.3.2 วิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการ และทำการปรับปรุงออกแบบใหม่.....47

4.4 สรุปผลแบบจำลอง.....69

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....75

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....75
5.2 ปัญหาที่พบ.....76
5.3 ข้อเสนอแนะ.....76

บรรณานุกรม.....77
ภาคผนวก ก เวลาการทำงานของเครื่องจักร.....79
ภาคผนวก ข แผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม.....99
ประวัติผู้วิจัย.....111

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แผนการดำเนินโครงงาน (gantt chart).....2

4.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ของการผลิตเม็ดพลาสติก.....19

4.2 ตัวอย่างเวลาการทำงานของเครื่องจักร.....23

4.3 ตารางข้อมูล Input Analyzer.....26

4.4 ข้อมูลใน Create module.....33

4.5 ข้อมูลใน Hold module.....35

4.6 ข้อมูลใน Decide module.....36

4.7 ข้อมูลใน Process module.....39

4.8 ข้อมูลใน Dispose module.....40

4.9 ข้อมูลใน Batch module.....42

4.10 ข้อมูลใน Separate module.....43

4.11 แสดงปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ย.....44

4.12 ปริมาณเม็ดพลาสติกที่เปลี่ยนแปลงจากโมเดลต้นแบบและ.....70
อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน

4.13 เปรียบเทียบอัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน.....71
ของทางเลือกในการปรับปรุงที่เหมาะสม

4.14 ค่าเวลาการรอคอยของทุกกระบวนการผลิต.....72

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์.....5

2.2 แสดงช่วงเวลาของ warm up period.....12

2.3 แผนภาพแสดงค่าความนิยมในการใช้งาน Arena.....14

2.4 ภาพตัวอย่างโปรแกรม Arena.....15

4.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก ของโรงงานไทยรุ่งเรือง.....18

4.2 ผังโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด.....21

4.3 ผังการไหลของวัสดุในโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด.....22

4.4 ผลของรูปแบบการกระจายของข้อมูลของเครื่องล้าง+สลัด 5.....25

4.5 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องล้าง+สลัด.....28

4.6 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องอบ.....29

4.7 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องบดซอย.....30

4.8 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องผสมสี.....30

4.9 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องหลอม+ตัดเม็ด.....30

4.10 แสดงการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน.....31

4.11 ภาพแสดง Create Module.....32

4.12 ภาพแสดง Hold Module.....34

4.13 ภาพแสดง Decide Module.....35

4.14 ภาพแสดง Process Module.....37

4.15 ภาพแสดง Dispose Module.....40

4.16 ภาพแสดง Batch Module.....41

4.17 ภาพแสดง Separate Module.....42

4.18 ผลของโปรแกรมในช่วง Warm-up Period และ Steady stage.....45

4.19 การกรอกค่าเวลาเพื่อประมวลผลโปรแกรม.....46

4.20 รายงานผลลัพธ์วัตถุโมเดลต้นแบบ.....46

4.21 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time โมเดลต้นแบบ.....48

4.22 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องบดซอย.....49

4.23 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องอบ.....49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.24 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องหลอมและตัดเม็ด.....49
4.25 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 1.....51
4.26 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 1.....52
4.27 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 2.....52
4.28 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 2.....53
4.29 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 3.....54
4.30 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 3.....54
4.31 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 4.....55
4.32 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 4.....55
4.33 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 5.....56
4.34 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 5.....56
4.35 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 6.....57
4.36 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 6.....57
4.37 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 7.....58
4.38 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 7.....58
4.39 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 8.....59
4.40 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 8.....59
4.41 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 9.....60
4.42 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 9.....60
4.43 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 10.....61
4.44 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 10.....61
4.45 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 11.....62
4.46 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 11.....62
4.47 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 12.....63
4.48 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 12.....63
4.49 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 13.....64
4.50 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 13.....64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.51 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 14.....65
4.52 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 14.....65
4.53 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 15.....66
4.54 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 15.....66
4.55 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 16.....67
4.56 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 16.....67
4.57 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ที่เป็นทางเลือกที่ 17.....68
4.58 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 17.....68
4.59 แสดงการเปรียบเทียบเวลาการรอคอยของทางเลือกที่ 4 และ 12 กับ Model ต้นแบบ.....73

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

บริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด เป็นบริษัทรีไซเคิลพลาสติกโดยนำพลาสติกมาผ่านกระบวนต่างๆจนถึงขั้นขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เมื่อได้ไปศึกษาจุดบกพร่องในกระบวนการผลิตนั้นพบว่าเกิดปัญหามีวัสดุที่รอคอยการผลิตในแต่ละขั้นตอน แต่เราไม่ทราบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีมากน้อยเพียงใด เนื่องจากกระบวนการผลิตมีความแปรปรวนของเวลาและเครื่องจักร

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น การที่จะไปศึกษากระบวนการผลิตจนรู้ถึงปัญหาที่แท้จริงได้นั้นต้องใช้เวลานาน ดังนั้นจึงใช้การจำลองสถานการณ์ในโรงงานเนื่องจากการจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์เป็นตัวแทนที่ใกล้เคียงระบบงานจริงสามารถทำนายอนาคตของระบบได้โดยใช้เวลาที่สั้นในการประมวลผลของแบบจำลอง และสามารถเพิ่มลดหรือโยกย้ายทรัพยากร ต่างๆให้ปรากฏบนคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเปรียบเทียบ ให้เห็นถึงผลที่ดีที่สุด และชี้ให้เห็นถึงผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุง โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและมีความเสี่ยงในการปรับปรุงระบบจริง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ ด้านการเพิ่มลดทรัพยากรในการผลิต

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

แบบจำลองสถานการณ์ของกระบวนการผลิตบนโปรแกรม Arena ของบริษัท ไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

แบบจำลองสามารถช่วยในการตัดสินใจเพิ่มลดจำนวนเครื่องจักร

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

พลาสติกที่เป็นเศษบดผ่านกระบวนการต่างๆ จนถึงขั้นการตัดเม็ด

1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

1.6.2 หอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.6.3 ห้องคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

กรกฎาคม 2551 – 31 มกราคม 2552

1.8 แผนการดำเนินโครงงาน (gantt chart) ทุก 2 อาทิตย์

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน (gantt chart)

ลำดับ	การดำเนินงาน	ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.	
1	ทำการศึกษาโปรแกรม														
2	รวบรวมข้อมูล และออกแบบจำลอง														
3	ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์และตรวจสอบระบบจริง														
4	ออกแบบการทดลอง														
5	นำเสนอแบบจำลอง														
6	วิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบจำลอง														
7	รายงาน, สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ														

1.9 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,000	บาท
2. ค่าถ่ายเอกสาร	1,000	บาท
3. ค่าเดินทางไปโรงงาน	1,000	บาท
รวมเป็นเงิน	3,000	บาท

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำลองสถานการณ์คือการนำเสนอวิธีการและการประยุกต์โดยเลียนแบบพฤติกรรมจริงของระบบ โดยโปรแกรมที่เหมาะสมบนคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์ถูกนำมาใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และแล้วแต่จะประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน การจำลองสถานการณ์กำลังเป็นที่นิยมมากและมีศักยภาพสูงเนื่องจากมีโปรแกรมที่มีคุณภาพและวิทยาศาสตร์ทางคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยอีก

การดำเนินธุรกิจใดๆก็ตามถ้าผู้บริหารสามารถทราบถึงสถานการณ์ล่วงหน้าได้ว่าจะเป็นเช่นไรทำให้สามารถเตรียมการล่วงหน้าเพื่อรับปัญหานั้นๆหรืออาจป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาที่จะนำความเสื่อมเสียหรือบางครั้งก็ถึงขั้นสูญเสียมาสู่งานที่รับผิดชอบวิธีการที่จะทราบสถานการณ์ล่วงหน้ามีหลายวิธีผู้บริหารบางคนอาจใช้วิธีการคาดคะเนเอาตามวิจารณญาณและประสบการณ์ของตนเอง บางคนอาจใช้ทฤษฎีต่างๆเข้ามาช่วยการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะเข้ามาช่วยได้เนื่องจากการจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการหนึ่งที่จะเข้ามาช่วยได้เนื่องจากการจำลองสถานการณ์เป็นเทคนิคในการหาคำตอบของปัญหาจากการเลียบแบบระบบการปฏิบัติการจริงในชีวิตโดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะเป็นตัวแทนที่ใกล้เคียงระบบงานจริงที่จะเป็นไปได้การสร้างแบบจำลองขึ้นมาก็ไม่ส่งผลกระทบกับกระบวนการผลิต และช่วยความเสี่ยงในการทดลองปฏิบัติกับการผลิตจริงได้

2.1 ชนิดของ Simulation

มีวิธีการอยู่หลายวิธีที่จะแบ่งชนิดของ Simulation ซึ่งวิธีที่เราสนใจกันอยู่มี 3แบบ

2.1.1 Static กับ Dynamic เมื่อเราจำลองสถานการณ์โดยไม่มีเวลามาเกี่ยวข้องจะเป็นการจำลองแบบ static แต่ถ้ามีเวลามาเกี่ยวข้องโดยที่ระบบเคลื่อนที่ไปตามเวลาเรียกว่าการจำลองแบบ Dynamic โดยปัญหาการจำลองส่วนใหญ่ในอุตสาหกรรมจะเป็นการจำลองแบบ Dynamic

2.1.2 Continuous กับ Discrete ในสภาวะแบบ Continuous จะเปลี่ยนแปลงไป ตลอดเวลา ตัวอย่าง เช่น ระดับน้ำในเขื่อนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปทุกๆ นาที ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนของอุณหภูมิ มีการระเหยของน้ำ การปล่อยน้ำเข้าหรือการปล่อยน้ำออก ในขณะที่การจำลองแบบ Discrete เป็นจุดๆจุดหนึ่งของช่วงเวลา เช่นงานเข้ามาในนาทีที่ 1 แล้วงานเสร็จในนาทีที่ 3 โดยชิ้นส่วนที่มาถึงแล้วออกไปจะเป็นเวลาที่ตายตัว บางครั้งอาจมีทั้ง Continuous กับ discrete ในการจำลองเดียวกัน เราจะเรียกว่า Mixed Continuous Discrete โดยในอุตสาหกรรมที่เราศึกษาเรามักจะมองที่ การจำลอง Discrete เป็นหลัก

2.1.3 Deterministic กับ Stochastic แบบจำลองใดก็ตามที่มี input เข้ามาแบบตายตัว จะถือว่าเป็นการจำลองแบบ Deterministic แต่ในแบบ Stochastic จะมี input เข้ามาในแบบสุ่ม เช่นการเข้ามาของลูกค้าในธนาคาร บางครั้ง Deterministic กับ Stochastic อาจรวมในแบบจำลองเดียวกันได้

2.2 ประเภทของแบบจำลอง

2.2.1 แบบจำลองทางกายภาพ

แบบจำลองทางกายภาพเป็นแบบจำลองที่มีรูปร่างหน้าตาเหมือนกับระบบจริง อาจจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าเช่น แบบจำลองตัวอย่างของบ้านจัดสรร เครื่องยนต์ต้นแบบ เครื่องบินจำลองที่ใช้ทดสอบในอุโมงค์ลม

2.2.2 แบบจำลองเชิงตรรกะ หรือเชิงคณิตศาสตร์

แบบจำลองนี้จะเป็นแบบจำลองที่ทำหน้าที่ในการประมาณค่าหรือทดสอบสมมติฐานทั้งทางโครงสร้างและปริมาณเกี่ยวกับการทำงานของระบบ โดยแบบจำลองนี้จะถูกเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับประสิทธิภาพของแบบจำลอง เป็นตัวแทนที่ถูกต้องของระบบจริง ซึ่งสามารถเรียนรู้การทำงานของระบบผ่านทางแบบจำลองได้ นอกจากนี้การที่แบบจำลองถูกสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การทดลองหาทางเลือกต่างๆ ของระบบก็จะเสียค่าใช้จ่ายถูกกว่า ง่ายกว่าและรวดเร็วกว่าการทดลองกับระบบจริง โดยเปลี่ยนเพียงแค่รูปแบบและ Input ที่เข้าสู่ระบบ ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น ความเสียหายในระบบจริงจะไม่มีเลย

2.2.3 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

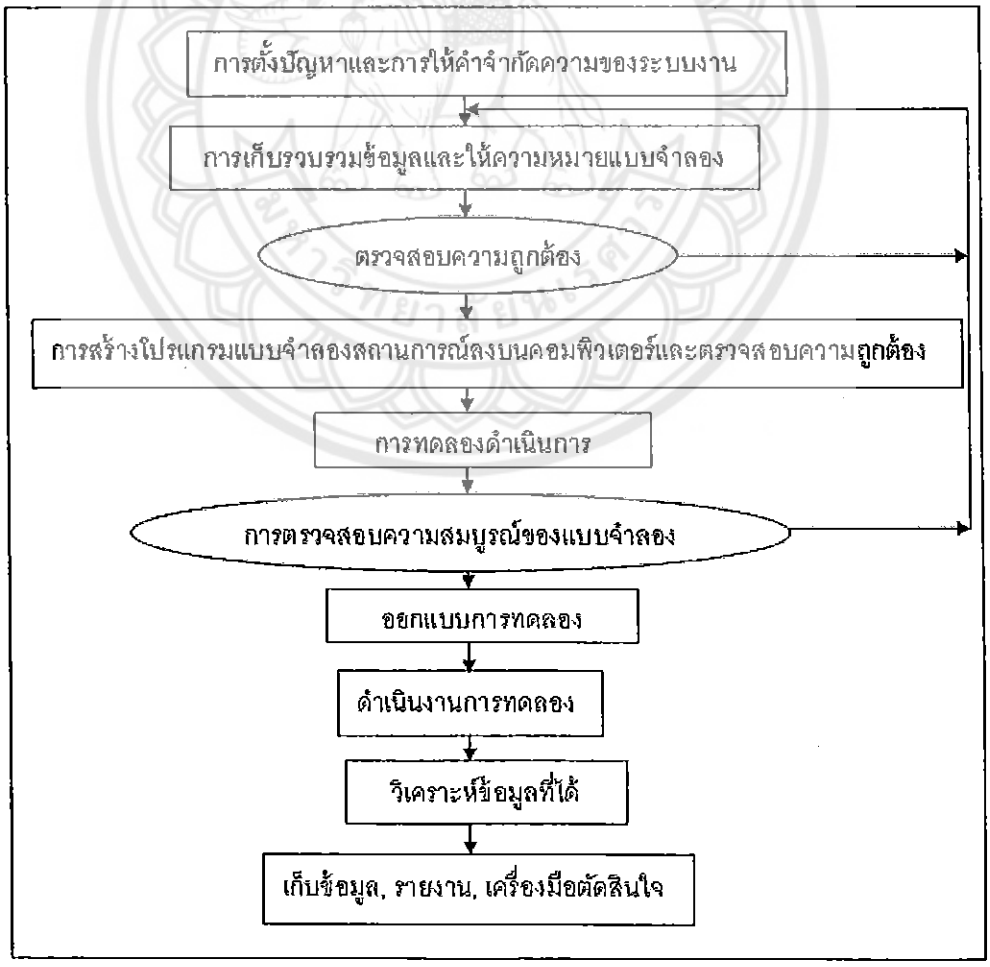
แบบจำลองนี้จะอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเลียนแบบการทำงานและลักษณะของระบบเมื่อเวลาเปลี่ยนไปแล้วประเมินผลประสิทธิภาพของระบบ หรืออีกนัยหนึ่งคือกระบวนการและการสร้างแบบจำลองของระบบจริงหรือระบบที่ถูกเสนอเป็นทางเลือกขึ้นบนคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อทำการทดลองเชิงตัวเลขเพื่อทำให้เรามีความเข้าใจพฤติกรรมของระบบได้ดีขึ้นภายใต้เงื่อนไขต่างๆ กัน ถึงแม้เราจะไม่สามารถใช้การจำลองสถานการณ์ เพื่อศึกษาระบบอย่างง่าย แต่ประโยชน์ที่แท้จริงของเทคนิคนี้จะถูกใช้เต็มที่เมื่อเราศึกษาระบบที่มีความซับซ้อน

แม้ว่าแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์จะไม่ใช่เครื่องมืออันเดียวที่จะนำมาศึกษาระบบ แต่ผู้คนจำนวนมากก็เลือกใช้วิธีนี้เหตุผลเพราะว่าแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์สามารถสร้างให้ซับซ้อนอย่างไรก็ได้ ยังคงสามารถวิเคราะห์ผลของแบบจำลองนั้นได้ในขณะที่วิธีอื่นๆ อาจจะต้องมีการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับระบบที่ทำการศึกษาใหม่ จึงจะสามารถสร้างแบบจำลองด้วยวิธีนั้นได้

การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลองซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยก่อนที่แบบจำลองนั้นจะมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจจะอยู่ในรูปแบบใดแบบหนึ่งของแบบจำลองมาแล้ว โดยที่การ

จำลองปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดของการใช้แบบจำลองปัญหา เพราะสามารถใช้ได้กับระบบงานหลายประเภท เป็นเทคนิคที่นำไปใช้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน ในสหรัฐอเมริกาการจำลองแบบปัญหาเป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ ที่นำไปใช้มากที่สุด โดยได้นำไปใช้ในงานต่างๆ มากกว่า 70 สาขาอาชีพ และเมื่อมีผู้กล่าวถึงการจำลองแบบปัญหา ทุกคนมักจะนึกถึงและเข้าใจว่าเป็นการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เสมอ หลักการที่ใช้ทำการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นหลักการเดียวกับแบบจำลองแบบปัญหาอื่นๆ โดยที่ความจำเป็นที่จะสร้างแบบจำลองปัญหาทางคอมพิวเตอร์ นั้นขึ้นอยู่กับความยุ่งยากในการคำนวณปัญหานั้นๆ

โดยที่การคำนวณแบบจำลองปัญหาทางคอมพิวเตอร์ จะต้องมีการคำนวณข้อมูลนำเข้าและผลลัพธ์จากแบบจำลอง โดยปกติข้อมูลต่างๆในระบบงานจะเป็นข้อมูลซึ่งมีความผันแปรไม่แน่นอน และมีการแปรเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นการจัดเตรียมและการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ขั้นตอนต่างๆที่ใช้กับการจำลองปัญหานี้ จึงต้องอาศัยวิธีการต่างๆทางสถิติเข้าช่วย โดยที่จะไม่กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานทางสถิติเกี่ยวข้อง เพราะผู้อ่านควรจะมีพื้นความรู้อยู่แล้วหรือหาอ่านได้จากหนังสือสถิติทั่วไป



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์

2.3 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์

จากรูปที่2.1 ได้แสดงขั้นตอน ที่กำหนดขึ้นมาในแต่ละขั้นตอนการศึกษา เวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับ แบบจำลองที่ทำออกแบบ ตัวอย่างเช่น ศึกษาระบบที่มีอยู่แล้วจะต้องเสียเวลารวบรวมข้อมูลเป็นจำนวนมาก ขั้นตอนเหล่านี้อาจจะไม่ต่อเนื่องตามลำดับอาจจะต้องย้อนกลับมาหัวข้อเดิม เช่น ขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 6 เป็นต้น

2.3.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน

ความสำเร็จในการตั้งปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบและสร้างแบบจำลองเพราะคำตอบที่ถูกสำหรับปัญหาที่ผิดย่อมไม่มีประโยชน์ จึงเป็นธรรมดาอยู่เองที่ระหว่างการออกแบบและสร้างแบบจำลอง เราอาจจะต้องกลับไปตั้งปัญหาใหม่แทนปัญหาเดิมซึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหา

ขั้นตอนแรกในการตั้งปัญหาก็คือ ระบุหรือกำหนดวัตถุประสงค์ (Purposes) ของการศึกษาหรือสิ่งที่ผู้วิเคราะห์ต้องการจะบรรลุ โดยระบบงานจริงนั้น เราอาจสร้างแบบจำลองได้หลายแบบ แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองนั้น เช่น การศึกษาระบบร้านตัดผม ถ้าวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นไปเพื่อการวัดผลให้บริการ เช่น ระยะเวลาการเข้ามาในร้าน ของลูกค้า เวลาที่ชั่งตัดผมใช้ในการบริการ เป็นต้น แต่ถ้าวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นไปเพื่อการใช้พื้นที่ประกอบการให้มีประสิทธิภาพสูงสุด องค์ประกอบในแบบจำลองก็จะประกอบด้วย ขนาดของพื้นที่ร้าน ขนาดของอุปกรณ์ต่างๆ ขนาดของพื้นที่ที่พอเหมาะสำหรับการทำงานของช่าง เป็นต้น จึงเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพราะ นอกจากจะเป็นเครื่องชี้บอกความต้องการของการจำลองแบบปัญหาแล้ว ยังเป็นเครื่องชี้บอกผู้สร้างแบบจำลองว่าจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญๆอะไรบ้าง

การบอกวัตถุประสงค์ของการศึกษามักจะมาจากฝ่ายบริหารหลังจากที่เห็นว่าการทำงานบางอย่างของระบบไม่ได้ระดับที่น่าพอใจ วัตถุประสงค์เหล่านั้นมักจะอยู่ในลักษณะที่เป็นคำพูด เช่น ต้องการลดต้นทุนการผลิต ต้องการเพิ่มยอดขาย ฯลฯ โดยความเห็นของผู้ที่เป็นผู้บอกความต้องการเหล่านี้วัตถุประสงค์ที่กล่าวมาก็ชัดเจนดีอยู่แล้ว แต่เมื่อจะนำเอาวัตถุประสงค์เหล่านั้นมาใช้งานก็จะยังมีปัญหา เช่น การที่จะลดต้นทุนการผลิตนั้น จะลดตรงไหน ลดอย่างไร และจะใช้อะไรเป็นเครื่องชี้บ่งว่าจะลดจริงได้หรือไม่ โดยเฉพาะ เมื่อต้องมีการคำนวณ ก็ต้องแปลความของวัตถุประสงค์นั้นให้อยู่ในรูปของสมการหรือฟังก์ชั่นต่างๆทางคณิตศาสตร์ที่จะสามารถนำไปใช้คำนวณวิเคราะห์ได้ ถ้าเราสามารถเขียนวัตถุประสงค์ออกมาเป็นฟังก์ชั่นหรือสมการทางคณิตศาสตร์ได้ เราจะเรียกฟังก์ชันนั้นว่า ฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective Function) หรือสมการเป้าหมาย

โดยทั่วไปวัตถุประสงค์ที่ได้จากฝ่ายบริหารมักจะเป็นวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้แก้ไขอาการบางอย่างอันไม่พึงปรารถนาของธุรกิจนั้นๆ หน้าที่ของผู้ศึกษาก็จะต้องวิเคราะห์อาการเหล่านั้นว่าเกิดขึ้นเพราะเหตุใด การด้อยประสิทธิภาพของสายการผลิตอาจเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการเช่น การด้อยประสิทธิภาพของเครื่องจักร ของคน หรือคุณภาพของวัตถุดิบ ผู้ศึกษาก็จะต้องวิเคราะห์ให้ออกว่าปัญหานั้นเกิดเนื่องจากอะไร เมื่อได้ปัญหา เราก็จะได้ทั้งวัตถุประสงค์ ก็คือความต้องการในการแก้ปัญหานั้น และได้มาซึ่งรูปร่างหน้าตาของปัญหาซึ่งก็คือ ลักษณะของระบบงานที่ต้องการทำการศึกษา

การวิเคราะห์อาการอันไม่พึงปรารถนาของระบบงาน ก็คือการวิเคราะห์ระบบงานโดยเฉพาะในส่วนที่ก่อให้เกิดอาการดังกล่าว แต่ไม่ได้หมายความว่าระบบงานที่เราต้องทำการศึกษานั้นทำเฉพาะส่วนที่มีอาการ เพราะอาการอันไม่พึงปรารถนาซึ่งเกิดขึ้นที่ระบบงานตรงนั้น อาจเนื่องมาจากระบบงานส่วนอื่นๆ แต่เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นเรามักจะเริ่มการศึกษาระบบงานตรงจุดที่แสดงอาการก่อน แล้วจึงไล่ไปหาส่วนที่ทำให้เกิดอาการ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า การออกแบบและสร้างแบบจำลองนั้นเป็นศิลปเฉพาะตัว อย่างไรก็ตาม มีวิธีที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงาน วิธีเหล่านี้ได้แก่ การศึกษาข้อมูลของระบบงาน การศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของระบบงาน และการศึกษาหน้าที่ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงาน

2.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและให้ความหมายแบบจำลองสถานการณ์

ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ส่วนใหญ่ควรดำเนินการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการทำงานของระบบและตรรกะของระบบซึ่งไม่ใช่เรื่องง่ายเนื่องจากในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นเราไม่สามารถหาข้อมูลทั้งหมดได้จากแหล่งข้อมูลเดียว ต้องอาศัยการเก็บข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและมีคุณภาพมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ของระบบ เช่นอาจไปสอบถามข้อมูลที่ต้องการทราบจากตัวพนักงาน ผู้จัดการ วิศวกรฝ่ายผลิต เพื่อให้ได้ข้อมูลในสายการผลิตมาทำแบบจำลองสถานการณ์ และข้อมูลที่ได้มานั้นอาจไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงกับความเป็นจริงควรทำการตรวจสอบเสียก่อน และเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเท่านั้น

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมหรือทำการศึกษาควรเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เราต้องการทราบหรือตัวแปรที่เราต้องการหาจากการทำแบบจำลองสถานการณ์ นอกจากนี้เวลาที่ได้มีการสุ่มขึ้นมาในระบบใดก็ตามที่ไม่แน่นอน ควรแทนที่ด้วย การแจกแจงความน่าจะเป็น ไม่ควรแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ยอย่างเดียว เพราะจะทำให้ผลที่ได้หลังจากการดำเนินการในแบบจำลองสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง นอกจากนั้นความถูกต้องในการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เราเลือกใช้ควรมีการตรวจสอบโดยใช้การทดลองทางสถิติเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าเลือกมาใช้ได้ถูกต้อง

เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการและทำการตรวจสอบแล้วควรนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำเป็นสรุปและตรวจสอบอีกครั้งอย่างละเอียด และเขียนเป็นเอกสารสมมติฐาน (Assumption document) ซึ่งโดยมากเอกสารสมมติฐานนี้จะบอกให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ ค่าการแจกแจงที่เลือกใช้ ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบ เป็นต้น ซึ่งเอกสารสมมติฐานตัวนี้จะเป็นแนวความคิดในการทำแบบจำลองสถานการณ์ของระบบ ถ้าหากว่าระบบที่จะทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เป็นระบบเก่าที่ต้องการพัฒนาควรมีการเก็บข้อมูลทางด้านประสิทธิภาพของระบบมาด้วย เพื่อนำมาช่วยในการยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง

ระดับของความละเอียดในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ขึ้นอยู่กับ วัตถุประสงค์ของโครงการที่จะสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบ ข้อมูลที่ได้มาว่าเพียงพอและถูกต้องหรือไม่ ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบการทำงาน ความน่าเชื่อถือของตัวแบบจำลองสถานการณ์ ความสามารถของตัวโปรแกรมที่ใช้หรือศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่สร้างแบบจำลองสถานการณ์ และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญของระบบนั้นๆ

ตัวอย่างเช่น แบบจำลองที่ได้จากการออกแบบระบบใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อนจะมีความละเอียดน้อยกว่าแบบจำลองที่มาจากการพัฒนาระบบเก่าเนื่องจากระบบเก่านั้นเรามีข้อมูลอยู่แล้ว และแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่จำเป็นต้องเหมือนจริงทุกประการเพียงสามารถวิเคราะห์ค่าที่ต้องการออกมาแล้วใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดก็ถือว่าแบบจำลองสถานการณ์นั้นสมบูรณ์แล้ว

สิ่งสำคัญอีกอย่างในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์คือควรจะต้องมีการติดต่อประสานงานกับผู้จัดการอยู่เสมอตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน เพื่อมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน และการติดต่อประสานงานดังกล่าวมีประโยชน์ ในด้านการปรับเปลี่ยนทัศนคติเกี่ยวกับปัญหาให้เข้า ใจตรงกันและการแก้ปัญหาเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ทำให้ผู้จัดการมีความสนใจในตัวแบบจำลองสถานการณ์ ได้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบจากผู้จัดการมากขึ้นทำให้แบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างสมบูรณ์มากขึ้น และจะทำให้แบบจำลองสถานการณ์มีความน่าเชื่อถือ และทำให้เกิดการยอมรับจากผู้บริหารง่ายขึ้น

2.3.3 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลองสถานการณ์

ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ความน่าเชื่อถือนั้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีการนำข้อมูลของการทำชิ้นงานไปผ่านกระบวนการในโรงงานจริงแล้วนำมาตรวจสอบผลที่ได้ว่าตรงกับในตัวโมเดลหรือไม่แล้วนำเสนอต่อผู้บริหาร วิธีนี้เป็นอีกวิธีที่ใช้ตรวจสอบตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นทำให้ผู้มีส่วนร่วมมีความเห็นตรงกันว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นนั้นถูกต้องแล้ว และระหว่างที่นำตัวอย่างชิ้นงานไปผ่านกระบวนการต่างๆในระบบนั้นหากเกิดข้อผิดพลาดจะสามารถแก้ไขตัวแบบจำลองสถานการณ์ได้ทันที และอาจเกิดสมมติฐาน

ใหม่ที่เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหา เมื่อทำเอกสารสมมติฐานเสร็จควรนำข้อมูลมาทำการรวบรวมใหม่แล้วส่งมอบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนและต้องทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อทำให้เกิดความคล้อยตามในตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งการนำตัวอย่างชิ้นงานไปผ่านกระบวนการเพื่อศึกษาคล้ายคลึงของตัวแบบจำลองสถานการณ์และระบบจริงนั้นควรทำก่อนที่จะมีการสร้างแบบจำลองเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นหลังจากสร้างแบบจำลองไปแล้ว

2.3.4 การสร้างโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์และตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นการเลือกใช้โปรแกรมมีผลอย่างมากต่อความสำเร็จของตัวโครงการ ซึ่งจะมีให้ ระดับของความละเอียดที่สามารถใช้งานได้ ความน่าเชื่อถือของตัวแบบจำลองสถานการณ์ และระยะเวลาในการดำเนินการของตัวแบบจำลองสถานการณ์ รวมไปถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานของแบบจาลองด้วย

2.3.4.1 ประเภทของการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นจะมีโปรแกรม 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ โปรแกรมแบบภาษาที่ใช้เขียนทั่วไป ที่เป็นซอฟแวร์ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมทั่วไปซึ่งมักนิยมใช้ในการสร้างโปรแกรมทั่วไปเช่น C++, Fortran เป็นต้นซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปและมีราคาถูกกว่าโปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำเร็จรูป และโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำเร็จรูป เป็นตัวโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถลดเวลาในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เนื่องจากการออกแบบไว้เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะและยังมีคุณลักษณะพิเศษเฉพาะทำให้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการเขียนตัวโปรแกรมมีความถูกต้อง มากขึ้นและรวดเร็วลดค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองลงด้วยองค์กรที่สร้างหรือใช้งาน แบบจำลองสถานการณ์ควรจะมีซอฟแวร์สำเร็จรูปโดยเฉพาะไว้ด้วย

2.3.4.2 ซอฟแวร์สำหรับแบบจำลองแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ โปรแกรมที่เป็นภาษามีลักษณะคล้ายกับภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปต่างตรงที่ออกแบบ มา เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และโปรแกรมสำเร็จรูป ถูกออกแบบมาเพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในระบบที่ต่างกันเช่นระบบการผลิต การติดต่อสื่อสาร การบิน ประโยชน์ของตัวโปรแกรมคือสามารถสร้างโมเดลได้เลยโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมเองแต่จะมีความยืดหยุ่นน้อยลงข้อดีคือลดเวลาในการทำแบบจำลองสถานการณ์ได้มากและศึกษาวิธีการใช้ได้ง่ายเนื่องจากมองเห็นภาพของตัวแบบจำลอง ข้อเสียคือมีข้อจำกัดในการใช้งานซึ่งชุดโปรแกรมนี้จะใช้งานได้เฉพาะกับระบบที่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้เท่านั้น เช่น Arena ซึ่งถูกออกแบบมาใช้กับกระบวนการผลิตโดยเฉพาะ แต่ผู้ใช้สามารถปรับปรุงใช้ตัวแบบจำลอง

สถานการณ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยการเขียนโปรแกรมเสริมเข้าไป ทำให้แบบจำลองสถานการณ์ของระบบที่ซับซ้อนจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อ ผู้ใช้เขียนโปรแกรมเสริมลงไปด้วย ชุดโปรแกรมสำเร็จรูปส่วนใหญ่มักจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบด้วยซึ่งสามารถสื่อให้เห็นลักษณะสำคัญของตัวแบบจำลองสถานการณ์ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจง่ายรวมไปถึงสร้างความน่าเชื่อถือมากขึ้นด้วย

นอกจากนี้แล้วภาพเคลื่อนไหวยังสามารถช่วยในการหาจุดผิดพลาดในกระบวนการไหลของชิ้นงานที่ซับซ้อนอีกด้วย ข้อเสียของภาพเคลื่อนไหวมีอยู่ 2 ข้อใหญ่ๆคือ ภาพเคลื่อนไหวไม่ได้ช่วยในการวิเคราะห์ทางสถิติ และภาพเคลื่อนไหวได้เป็นตัวชี้ให้เห็นว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นถูกต้อง

2.3.5 การทดลองดำเนินการโปรแกรมจำลองสถานการณ์เบื้องต้น

ในขั้นตอนนี้จะต้องทดลองใช้ตัวโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นโดยทำการทดลองตัวโปรแกรมก่อนว่าสามารถประมวลผลได้หรือไม่ถ้าตัวโปรแกรมไม่สามารถทำการประมวลผลได้ก็จะต้องทำการแก้ไขให้สามารถประมวลผลได้ก่อนแต่ถ้าสามารถประมวลผลได้ก็จะดำเนินการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์

2.3.6 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์

ผลที่ได้จากการดำเนินการขั้นต้นควรนำไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญของระบบที่ถูกนำมาจำลองเสียก่อนถ้ามีข้อผิดพลาดให้รีบแก้ไข ภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลองยิ่งเหมือนจริงเท่าไหร่ยิ่งน่าเชื่อถือมากขึ้น ตัวอย่างเช่นมีกรณีศึกษาที่ผู้จัดการโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งไม่มีความรู้เรื่องการจำลองสถานการณ์เลยเมื่อได้เห็นแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นก็มีความสนใจและมีส่วนร่วมในการศึกษาแบบจะลองนั้นเรื่อยมา

การทดสอบความเหมาะสมที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง คือ การเอาผลวัดประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง Simulation มาเทียบกับ การเก็บข้อมูลที่ได้จากของจริง ถ้าระบบที่เสนอขึ้นใหม่มีความใกล้เคียงระบบที่มีอยู่แล้วสามารถทำ Simulation ระบบที่มีอยู่แล้ว ดำเนินงานของระบบ แล้วเทียบผล กับผลที่เกิดขึ้นจริงดูว่ามีความใกล้เคียงกันแค่ไหน ถ้าระบบที่ได้ใกล้เคียง ก็คือระบบนั้นเป็นตัวแทนของระบบจริงก็ได้ ทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองที่นำมาใช้มีความน่าเชื่อถือต่อผลที่มีกำลังเกิดขึ้นในอนาคต แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่มีวิธีไหนที่แน่นอน เพื่อแสดงว่าแบบจำลองที่เราเสนอขึ้นมาเป็นตัวแทนระบบจริงได้ มีเพียงวิธีนี้ที่ใกล้เคียงที่สุด

2.3.7 การออกแบบการทดลอง

การพัฒนาแบบจำลอง ต้องมีการกำหนดก่อนว่า ต้องการทดลองอะไร ตัวเลือกที่ต้องทดลองอยู่มาก บางครั้งทางเลือกอาจไม่ชัดเจน หากต้องตัดสินใจ เราจะต้องลองสร้าง Simulation ขึ้นมาก่อน แล้วดำเนินงานระบบแบบจำลอง แล้วดูว่าหากเราเปลี่ยนระบบ มันจะดีขึ้นหรือไม่ แล้ว

ทดลองเปลี่ยนดู ในขั้นตอนที่ 9 อาจช่วยให้เราค้นพบทางเลือกใหม่ๆเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองที่ให้ผลที่ดีกว่าเดิมได้

ในขณะที่ทำ Simulation ข้อมูลที่เข้ามาในระบบจะได้มาจากการสุ่ม ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้ก็ต้องเป็นผลลัพธ์จากการสุ่ม ดังนั้นแบบจำลอง Simulation จะให้ตัววัดผลระบบเป็นค่าประมาณทางสถิติ ซึ่งผลที่ได้มาเชิงสถิติควรจะถูกต้องตามหลังสถิติมากที่สุด มีความแปรปรวนน้อย ไม่ความลำเอียงใดๆทั้งสิ้น เพื่อที่จะได้ค่าทางสถิติที่ดี ผู้ทำการทดลองแบบจำลองต้องระบุค่าให้กับค่าวัดผลในการดำเนินงานของระบบดังต่อไปนี้

2.3.7.1 ระบุว่าเราจะดำเนินงานจำลองระบบยาวนานแค่ไหน

2.3.7.2 ระบุว่าจะดำเนินการจำลองระบบระบบกี่ครั้งจึงจะได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือ

2.3.7.3 ระบุว่า ตอนเริ่มต้นของ Simulation มีสภาวะอย่างไร (ยังไม่มีงานเข้า และเครื่องจักรยังว่าง อยู่หรือไม่)

2.3.7.4 เราจะ warm up period ยาวนานแค่ไหน

เราควรจะดำเนินงานการจำลองระบบประมาณ 3-5ครั้ง ในแต่ละทางเลือก แล้วใช้ค่าเฉลี่ยของค่าประมาณประสิทธิภาพของระบบจากการดำเนินงานแบบจำลอง มาเป็นตัวแทนของค่าประมาณทั้งหมด นั่นคือนำข้อมูลที่ได้แต่ละครั้งมารวมกันหาค่าเฉลี่ย

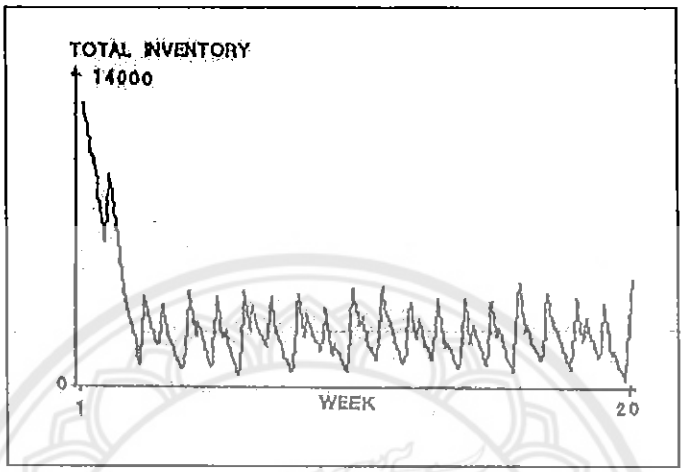
ขั้นตอนทำ Simulation ของระบบบางระบบ เช่นระบบการผลิต ระบบคอมพิวเตอร์ หรือระบบการสื่อสาร ส่วนมากเราจะสนใจประสิทธิภาพในระยะยาวของแบบจำลอง คือระบบทำงานปกติอย่างไรในระยะยาว ซึ่งในความเป็นจริงในกระบวนผลิตจะมีงานมากองหน้าสถานีอยู่แล้ว แต่เมื่อเราเริ่มต้นที่ ศูนย์หรือว่างเปล่าระบบยังไม่เข้าที่เข้าทางเหมือนจริง ต้องรอให้มีงานเข้ามาถึงจะเหมือนจริง ช่วงเวลาที่ระบบยังไม่ทำงานเหมือนสภาพการทำงานจริงเราเรียกว่า "warm up period" เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยนำเอา warm up period มารวมด้วย ผลการทดลองจะเกิดความลำเอียงไม่เหมือนจริง เพราะจะไปคำนึงถึงช่วงต้นที่ยังไม่มีงานเข้ามาอยู่ด้วย ดังนั้นส่วนมากจึงต้องมีการกำหนดช่วงว่า warm up period อยู่จุดใด แล้วทำการตัด warm up period มาแสดงผล

2.3.8 การดำเนินงานการทดลองจริง

นำผลการทดสอบ หรือ Simulation ที่ผ่านการพัฒนาและปรับปรุงแล้ว นำมาแสดงจริงบนคอมพิวเตอร์โดยทำการนำแบบจำลองที่ผ่านการปรับปรุงหรือพัฒนาแล้วมาทำการแสดงในคอมพิวเตอร์ให้เห็นภาพเปรียบเทียบระหว่างระบบจริงกับแบบจำลองได้ ว่าเมื่อทำการปรับปรุงตามที่ได้ทำการทดสอบแล้วจะเกิดผลเช่นไรกล่าวคือแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงที่ได้ดีที่สุดบนคอมพิวเตอร์ก่อนจะทำการประมวลผลและวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป

2.3.9 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกใช้นำมาประมาณค่าเชิงตัวเลขของตัววัดผลประสิทธิภาพของระบบที่เราสนใจ ค่าประมาณที่ได้จากแบบจำลอง จะนำมาใช้ประเมิน ว่าระบบที่ออกแบบไว้ อย่างไหนที่มีประสิทธิภาพกว่ากัน และเพื่อเลือกว่าการออกแบบระบบไหนที่ให้ผลที่เราต้องการมากที่สุด



รูปที่ 2.2 แสดงช่วงเวลาของ warm up period

ที่มา :Jerry Banks, John Carson, Barry Nelson. Discrete-Event System Simulation

นอกจากแสดงผลเป็นตัวเลข หากแสดงผลในรูปภาพได้จะมีประโยชน์อย่างมาก เช่น แสดงผลเป็นกราฟ Histogram, pie bar charts และ time plots ทำให้เราเข้าใจพฤติกรรมระบบที่เราทำการศึกษามากขึ้น ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 2.2 ในโรงงานหนึ่งทำกราฟระหว่างสินค้าคงคลังทั้งหมดเทียบกับเวลาของโรงงานที่ทำการทดลอง ทำให้เรารู้การเคลื่อนที่ของระบบเทียบกับเวลาเมื่อเวลาเปลี่ยนไปเกิดอะไรขึ้นบ้าง โดย 3 อาทิตย์แรกของตัวอย่างในรูป warm up period จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ระดับปกติ ถ้าเราวางผังโรงงานแบบนี้ในระยะยาว เราก็จะทราบค่ามากน้อยของวัตถุดิบในคงคลังของเราแล้วทำการประเมินผลหรือหาค่าเฉลี่ยได้

2.3.10 การจัดทำเป็นเอกสาร การนำเสนอ และการนำผลที่ได้รับนำมาใช้งานจริง

การทำเอกสารที่ดีมีความสำคัญมาก เพราะว่า บางแบบจำลองที่ทำการทดลอง ไม่ได้ถูกใช้เพียงครั้งเดียว อาจจะมีคนมาใช้ศึกษาต่อ จึงควรมีเอกสารที่ดีพอเพื่อคนที่มาใช้ศึกษาต่อมีข้อมูลที่เพียงพอ ซึ่งเราควรกำหนดเอกสารเกี่ยวกับสมมติฐานของแบบจำลอง และเอกสารที่เกี่ยวกับตัวโปรแกรมที่เขียนขึ้น มีรายงานสรุปผลเกี่ยวกับการดำเนินงานการทดลองในโปรแกรม สรุปผลการศึกษาทั้งหมดด้วย ความถูกต้องและแม่นยำของเอกสารสมมติฐานดังที่กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 2 จะมีส่วนช่วยอย่างมากต่อแบบจำลองผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

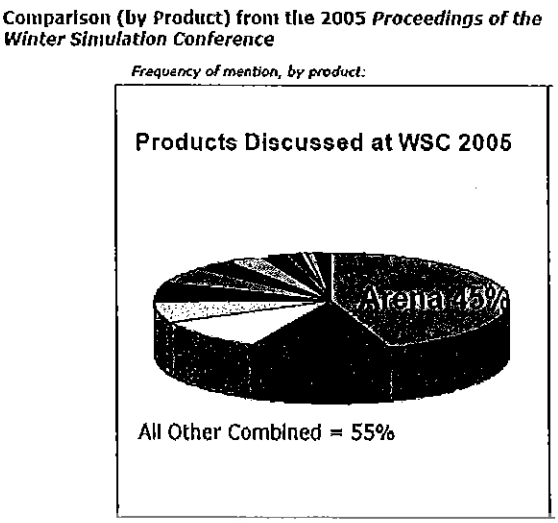
สุดท้ายสิ่งสำคัญที่สุดคือ การรายงานผลที่ได้ให้กับผู้บริหารโรงงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องดู ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้บริหารระดับสูง ซึ่งจะมีโอกาสน้อยมากที่มีส่วนร่วมกับการทดลองของเราตั้งแต่ต้น ดังนั้นความน่าเชื่อถือจะเกิดขึ้นได้ ก็ขึ้นอยู่กับการเสนอภาพเคลื่อนไหวซึ่งมีส่วนอย่างมาก เพราะจะทำให้ผู้บริหารมีความเข้าใจง่ายขึ้นเมื่อได้มาเห็นภาพเคลื่อนไหวของระบบ และควรบอกที่มาของข้อมูลแบบจำลองว่าได้มาอย่างไร ถ่ายเก็บข้อมูลจากไหน บอกขั้นตอนการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระบบจริง และขั้นตอนที่ถูกต้องที่เราทำมา ซึ่งความน่าเชื่อถือมีความสำคัญมากที่จะให้ผู้บริหารใช้แบบจำลองนี้ในงานจริง เราจึงควรกระทำเรื่องใดควรให้ฝ่ายบริหารเกี่ยวข้องโดยอาจพาให้ผู้บริหารได้ดู Walk-through (สร้างตัวอย่างการไหลของงานในระบบที่จะออกแบบ) และใช้การแสดงภาพเคลื่อนไหว

จากเทคนิคและขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วนั้น แบบจำลอง Simulation เป็นการทำวิเคราะห์ระบบที่ซับซ้อน แล้วต้องการความรู้ทางเทคนิคค่อนข้างสูง รวมทั้งความรู้ที่ต้องจัดการโครงการด้วย เพื่อที่จะได้แบบจำลองออกมาแล้วถูกต้องตามจริง และเป็นแบบจำลองที่ผลลัพธ์ที่ได้นำไปไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจในท้ายที่สุด

ถ้าองค์กรใดคิดจะนำ Simulation ไปใช้ในโครงการ ควรจะต้องได้รับคำปรึกษาจากผู้ให้คำปรึกษาที่มีความรู้เกี่ยวกับ Simulation เพราะว่าการทำ Simulation จะมีต้องมีความรู้ระดับสูง เนื่องจาก Simulation เองก็มีข้อเสียที่ควรระวังอยู่เช่นกัน และตัวผู้ให้คำปรึกษาไม่ควรช่วยแค่รายละเอียดของโครงงานอย่างเดียว ควรจะสอนความรู้ทาง Simulation เพื่อให้ผู้ทำการทดลองสามารถเข้าใจและทำ Simulation ได้เอง เช่น การจะทำให้ Simulation มีความน่าเชื่อถือจะเกิดขึ้นได้ ก็ขึ้นอยู่กับการเสนอภาพเคลื่อนไหวซึ่งมีส่วนอย่างมาก เพราะจะทำให้ผู้บริหารมีความเข้าใจง่ายขึ้น เมื่อได้มาเห็นภาพเคลื่อนไหวของระบบ และควรบอกที่มาของข้อมูลแบบจำลองว่าได้มาอย่างไร ถ่ายเก็บข้อมูลจากไหน บอกขั้นตอนการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระบบจริง และขั้นตอนที่ถูกต้องที่เราทำมา ซึ่งความน่าเชื่อถือมีความสำคัญมากที่จะให้ผู้บริหารใช้แบบจำลองนี้ในงานจริง

2.4 Arena Simulation Software

มีบริษัทต่าง ๆ กว่า 20,000 แห่งทั่วโลกที่นำ Arena ไปใช้ และประสบผลสำเร็จ รวมถึงประเทศไทยด้วย Arena สามารถสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์และซับซ้อนได้แทบทุกระบบ เช่น กระบวนการผลิต ระบบการขนส่ง ธุรกิจที่ให้บริการลูกค้า และ การจัดการห่วงโซ่อุปทาน ส่งผลให้มีการใช้งาน Arena อย่างแพร่หลายดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แผนภาพแสดงค่าความนิยมในการใช้งาน Arena

ที่มา : www.arenasimulation

ซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์ Arena จะช่วยในการตัดสินใจเลือกกลยุทธ์ที่ให้ผลประโยชน์สูงสุด จากผลกระทบที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า กฎเกณฑ์ และกลยุทธ์ใหม่ๆ ก่อนที่จะปฏิบัติจริงกับลูกค้า เพื่อความมั่นใจที่จะปฏิบัติจริง (Go Live) เลี่ยงค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น หาจุดการลงทุนที่ดีที่สุด ทำให้องค์กรทั่วโลก สามารถหลีกเลี่ยงการลงทุนที่ผิดพลาด ที่เกิดจากการตัดสินใจทำจริงจากความรู้สึก ออกแบบกระบวนการที่ต้านทานการแข่งขันและความไม่แน่นอนของสิ่งต่างๆในระบบเผยมูลค่าที่ซ่อนอยู่และกำจัดคอขวด (Bottleneck) ที่มีอยู่ในการทำจริงและกระบวนการภายในที่ทำอยู่ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าสูงสุดของการบริการและการส่งมอบ

2.4.1 การศึกษา Arena Simulation Software

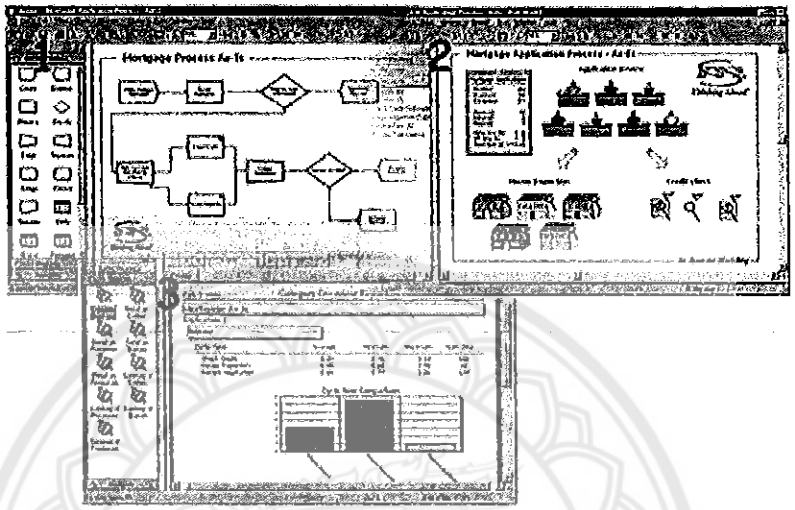
Arena Simulation Software เปรียบเหมือนห้องปฏิบัติการที่จะใช้ฝึกฝนเกี่ยวกับการออกแบบสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยนักศึกษาจะสามารถสร้างและออกแบบสายการผลิตด้วยตนเองโดยใช้วิธีการจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena แบบจำลองของสายการผลิตจะถูกสร้างขึ้นโดยมีรายละเอียดเสมือนอุตสาหกรรมจริง อาทิเช่น การวางแผนการผลิต การจัดวางผังโรงงานหรือกำลังการผลิต เพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมของระบบประสิทธิภาพในการผลิต ในปฏิบัติการนี้สามารถทำการศึกษาปัญหาในลักษณะต่าง ๆ อาทิเช่น ระบบการผลิต (Manufacturing system) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักร วัสดุ ผู้ผลิต อุปกรณ์ขนถ่ายและลำเลียง พื้นที่ในการจัดเก็บระบบการกระจายสินค้า (Distribution network) ระบบคลังพัสดุ ระบบการขนส่ง (Transportation system) ระบบการจราจร ระบบของสายการบิน ระบบการให้บริการ (Service system) การออกแบบระบบการศึกษา การธนาคาร

2.4.2 ความสามารถของ Arena

2.4.2.1 แสดงข้อมูลการเคลื่อนที่ของวัตถุดิบตามลักษณะการทำงาน

2.4.2.2 ภาพเคลื่อนไหวการจำลองการทำงานที่สอดคล้องของระบบที่อาจจะเป็นไปได้

2.4.2.3 เป็นตัวอย่างและเป็นการแสดงเปรียบเทียบรายงานทางสถิติให้เห็นอย่างชัดเจน



รูปที่ 2.4 ภาพตัวอย่างโปรแกรม Arena

ที่มา : www.arenasimulation

ข้อดี

1.เพื่อที่จะรู้และวิเคราะห์เปรียบเทียบ (as-is) ระบบ

2.นำมาใช้กับการสมมติ (what-if) และใช้ประเมินความเป็นไปได้ของการทำงาน (to-be)

3.ชี้ให้เห็นถึงคอขวด ปริมาณค่าใช้จ่ายของระบบในแต่ละรอบการทำงาน

4.ช่วยจัดตารางการทำงานและแจกแจงทรัพยากรให้เหมาะสมที่สุด

5.วิเคราะห์ภาพรวมการดำเนินการของธุรกิจ

6.สรุปการกิจกรรมการทำงาน ฟื้นฟู ควบคุมกิจการ ค่าใช้จ่าย และออกแบบจำลองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในอนาคต

ข้อเสีย

1.ผู้ใช้งานต้องมีความรู้ในการออกแบบการจำลองสถานการณ์มาก่อนจึงจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.บางสถานการณ์มีความซับซ้อนมาก มีข้อจำกัดด้านการออกแบบ

3.การแสดงผลด้วยภาพเคลื่อนไหลมีข้อจำกัด จึงจำเป็นที่จะต้องใช้โปรแกรมอื่นช่วย

4.ผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลในรูปแบบทางสถิติ ซึ่งต้องใช้รู้มีความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ของโปรแกรม

2.5 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์

2.5.1 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล โดยกรอก ข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร โดยใช้ Input Analyzer

ขั้นตอนการใช้ Input Analyzer

2.5.1.1 นำข้อมูลเวลาที่ได้ใส่ลงในไฟล์ Excel หรือ Notepad แล้วทำการบันทึกไฟล์ให้เป็น (Save As) เพื่อเปลี่ยนสกุลของไฟล์ใหม่เป็น "ชื่อแฟ้ม.txt" หรือ "ชื่อแฟ้ม.dst"

2.5.1.2 เรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer โดยเข้าไปที่ File > New

2.5.1.3 ในหน้าต่าง Input จะต้องเข้าไปที่เมนู File >Data File >Use Exiting และเลือกไฟล์ที่ต้องการทดสอบค่ากระจาย โดยเลือกจากไฟล์ที่มีชื่อไฟล์จัดเก็บว่า ชื่อแฟ้ม.txt" หรือ "ชื่อแฟ้ม.dst"

2.5.1.4 ปรากฏหน้าต่างการแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม (Histogram) และทำกระบวนการนำกราฟแท่งที่ได้มาเปรียบเทียบกับรูปแบบการกระจายต่างๆ ว่ามีรูปแบบการแจกแจงแบบใด แล้วจึงนำไปเลือกค่าการกระจายที่จะทดสอบ โดย คลิกที่เมนู Fit แล้วเลือกลักษณะการแจกแจงข้อมูลที่จะทดสอบ

2.5.2 การสร้าง Module ขั้นตอนย่อย ในกระบวนการผลิต

2.5.2.1 สร้างชิ้นงานเข้ามาในแบบจำลองด้วย Create Module โดยทำการสร้าง Module ชื่อ Customer Arrives เพื่อที่จะสร้างวัตถุเข้ามาในระบบ กรอก ลักษณะของการแจกแจงและกำหนดค่าช่วงของเวลาห่างของการมาถึงของชิ้นงาน กำหนดเวลาเริ่มต้นของการที่วัตถุเข้าสู่ระบบ และ จำนวนของวัตถุที่เข้ามาในระบบ

2.5.2.2 สร้าง Process Module เพื่อเป็นการนำชิ้นงานเข้ามาทำใน Module นี้ โดยทำการตั้งชื่อ บอกจำนวนเครื่องของ Process Module

2.5.2.3 สร้าง Dispose Module เพื่อเป็นการสิ้นสุดของโมเดล ในที่นี้หมายถึงการนำชิ้นงานออกจากกระบวนการผลิตเมื่อชิ้นงานทำเสร็จแล้ว

2.5.3 การ Run ผลโปรแกรม

เลือกแถบเครื่องมือ Run > Setup >replication Parameters จะปรากฏหน้าต่างที่ให้ผู้สร้างได้กำหนดขอบเขตการ Run ผล โดยการใส่ข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลลงไปในช่องว่างที่ปรากฏ หลังจากนั้นทำการ Run ผลโปรแกรม โดยคลิกปุ่ม

บทที่ 3
การดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาขั้นตอนการผลิตของโรงงานและเก็บข้อมูลจริงจากโรงงาน

3.1.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

3.1.2 ผังโรงงานลักษณะการไหลของวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มต้นจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ (เม็ดพลาสติก)

3.1.3 เวลาการทำงานของเครื่องจักร

3.2 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์

3.2.1 ปรับจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองให้ไม่เกิน 150 หน่วย โดยการปรับจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองให้ไม่เกิน 150 หน่วยโดยใช้การเทียบอัตราส่วน โดยที่ในโครงงาน ใช้การเปรียบเทียบแบบ 1หน่วย ต่อ 500 กิโลกรัม

3.2.2 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล

คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูลโดยกรอกข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักรโดยใช้ Input Analyzer โดยอิงกับหัวข้อที่ 2.5.1

3.2.3 สร้าง Module ของ ขั้นตอนย่อย ในกระบวนการผลิต โดยอิงกับหัวข้อที่ 2.5.2

3.2.4 ทำการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน

3.2.5 ป้อนค่าของรูปแบบการกระจายและค่าอื่นๆลงใน Module

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

3.3.1 ทำการ Run ผลโปรแกรมและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยเทียบผลที่ได้จากการแบบจำลองกับสถานการณ์จริงของโรงงาน ว่าผลผลิตที่ได้ใกล้เคียงกันหรือไม่

3.3.2 วิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการและทำการปรับปรุง Model ใหม่ เพื่อปรับแบบจำลองที่เป็นทางเลือก โดยการเพิ่มหรือลด จำนวนเครื่องจักร ในแบบจำลอง

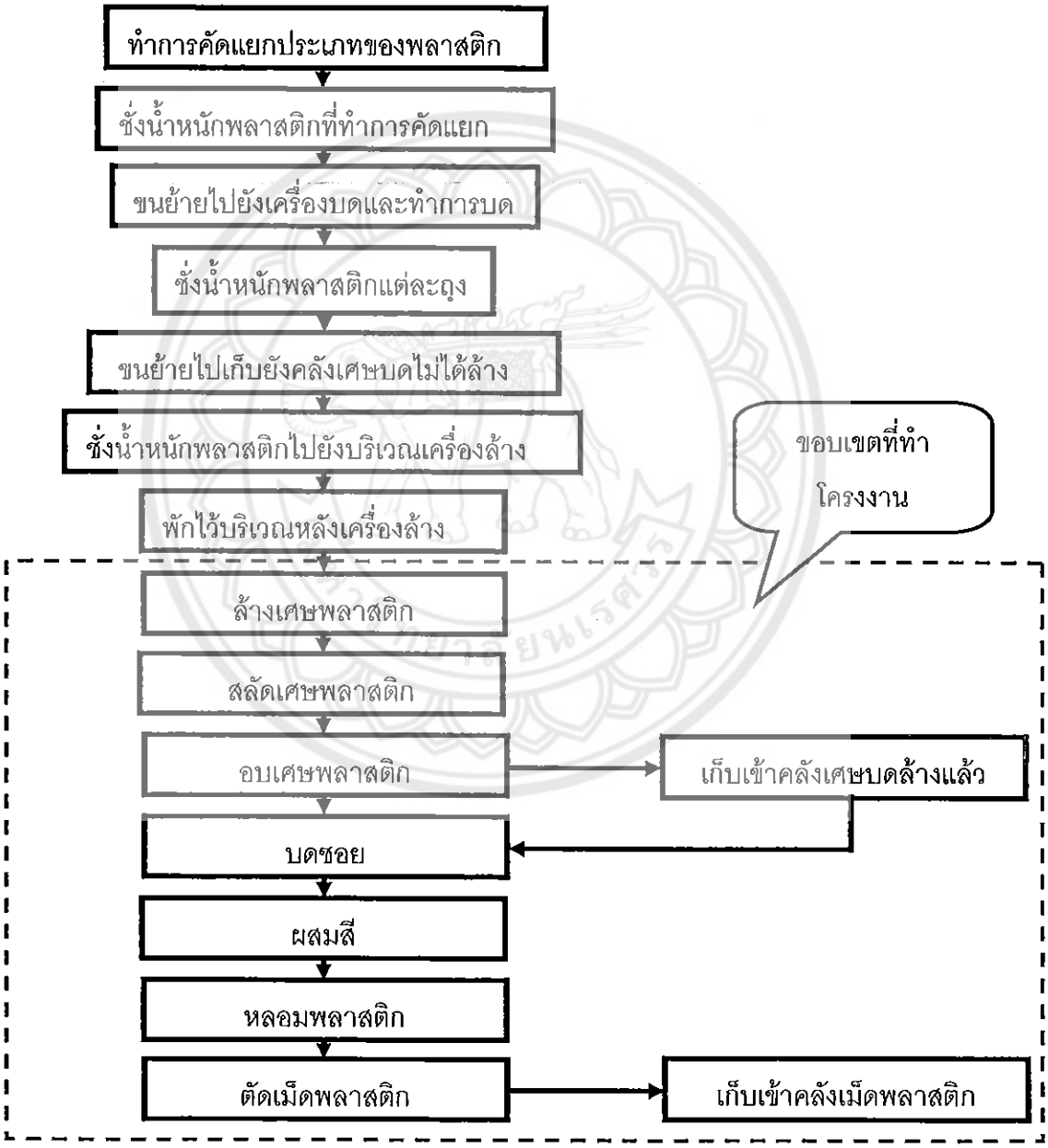
3.4 สรุปผลที่ได้จากแบบจำลอง

เมื่อประมวลผลการจำลองสถานการณ์ที่ปรับปรุงแล้ว ทำการวิเคราะห์ผลของเวลา และจุดบกพร่องด้านการสูญเสียของกระบวนการผลิต ที่ได้จากการปรับปรุงโมเดล และนำไปหาแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและแนวทางในการเพิ่มผลผลิ

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ขั้นตอนการผลิตของโรงงานและข้อมูลจริงจากโรงงาน

4.1.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก โดยมีลำดับขั้นตอนดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติก ของโรงงานไทยรุ่งเรือง

โดยเหตุผลที่เลือกขอบเขตที่ทำโครงงานในบริเวณนี้ก็เนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวมีกระบวนการผลิตที่เริ่มต้นสนใจได้ตั้งแต่วัสดุเข้ามาเป็นเศษชิ้นและสิ้นสุดที่ผลิตภัณฑ์(เม็ดพลาสติก) และกระบวนการไม่ซับซ้อนมากนัก

โดยขั้นตอนกระบวนการผลิตในขอบเขตที่ทำโครงงานเริ่มจากกระบวนการล้างทำความสะอาดเศษพลาสติกเมื่อทำการล้างเสร็จแล้วก็จะนำพลาสติกไปทำการสลัดที่กระบวนการสลัดต่อเมื่อสลัดเสร็จแล้วก็ส่งพลาสติกไปที่กระบวนการอบเพื่อทำให้เศษพลาสติกแห้งโดยเศษพลาสติกที่ถูกอบให้แห้งแล้วก็จะถูกแบ่งออกโดยบางส่วนจะถูกส่งไปเก็บไว้ยังคลังเศษบดล้างแล้ว และบางส่วนจะถูกส่งต่อยังกระบวนการถัดไปซึ่งก็คือกระบวนการบดซอยและเมื่อบดซอยเสร็จก็จะส่งไปผสมสีแล้วก็ส่งไปยังกระบวนการหลอมและตัดเม็ดเมื่อตัดเม็ดเสร็จเม็ดพลาสติกก็จะถูกส่งไปเก็บไว้ยังคลังเม็ดพลาสติก กล่าวโดยสรุปแล้วมีกระบวนการทั้งหมด 7 ขั้นตอนโดยแต่ละกระบวนการจะมีการผลิตที่ต่อเนื่องกัน

เพื่อแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการปฏิบัติงานตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการผลิตได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย ได้แสดงโดยแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ของการผลิตเม็ดพลาสติก

ขั้นตอนที่	Distance in feet	รายละเอียด	เครื่องจักรและจำนวน
1	●	ทำการล้าง	เครื่องล้างเครื่องใหญ่ 1 เครื่อง เครื่องล้างเครื่องเล็ก 4 เครื่อง
2	●	ทำการสลัด	เครื่องสลัด 5 เครื่อง
3	D	พักไว้บริเวณหลังเครื่องสลัด	-
4	➡	ขนย้ายไปยังเครื่องอบ	-
5	D	พักไว้ตรงจุดพักบริเวณเครื่องอบ	-
6	●	ทำการอบ	เครื่องอบเครื่องใหญ่ 2 เครื่อง เครื่องอบเครื่องเล็ก 3 เครื่อง
7	D	พักไว้รอการขนย้ายไปชั่งน้ำหนัก	-
8	■	ชั่งน้ำหนักพลาสติกที่ผ่านการอบ	-
9	➡	ขนย้ายไปเก็บยังคลังเศษบดล้าง	-
10	▼	เก็บในคลังเศษบดล้างแล้ว	-

ตารางที่ 4.1(ต่อ) แผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ของการผลิตเม็ดพลาสติก

ขั้นตอนที่	Distance in feet	รายละเอียด	จำนวนเครื่องจักร
11		ขนย้ายไปยังเครื่องบดซอย	-
12		พักไว้บริเวณเครื่องบดซอย	-
13		ทำการบดซอย	เครื่องบดซอยทั้งหมด 4 เครื่อง
14		พักไว้ตามจุดรอการขนย้าย	-
15		ขนย้ายไปยังเครื่องผสมสี	-
16		พักไว้บริเวณเครื่องผสมสี	-
17		ขนย้ายพลาสติกไปใส่เครื่องผสมสี	-
18		ทำการผสมสี	เครื่องผสมสี 2 เครื่อง
19		ขนย้ายไปที่โครงเหล็กบริเวณเครื่องผสมสี	-
20		พักไว้บริเวณเครื่องผสมสีรอการขนย้าย	-
21		ขนย้ายไปยังเครื่องหลอม	-
22		ทำการหลอม + ตัดเม็ด	เครื่องหลอมเครื่องใหญ่ 1 เครื่อง เครื่องหลอมเครื่องเล็ก 4 เครื่อง

ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ มีการปฏิบัติงาน(Operation) 6 กิจกรรม มีการขนส่ง(Transportation) 7 กิจกรรม มีการตรวจสอบ(Inspection) 1 กิจกรรม มีการรอคอย 7 กิจกรรม และมีการเก็บรักษา (Storage) 1 กิจกรรม

โดยมีบางเครื่องจักรบางเครื่องที่มีปริมาณการผลิตที่ใกล้เคียงกันจึงได้ทำการนับรวมเป็น Module เดียวกันแต่ให้จำนวนทรัพยากรว่ามี จำนวนเครื่องที่ทำงานในปริมาณการผลิตใกล้เคียงกัน นี้กี่เครื่อง ซึ่งก็มี

เครื่องล้างทำการรวมจากทั้งหมด 5 เครื่อง เหลือ 3 Module โดย

เครื่องล้างเบอร์ 10 เป็น 1 Module, เครื่องล้างเบอร์ 5 เป็น 1 Module และรวมเครื่องล้างเบอร์ 7,6,8 เป็น 1 Module

เครื่องอบ เครื่องหลอม จากทั้งหมด 5 เครื่อง เหลือ 3 Module โดยรวมเครื่องอบเบอร์ 1,4 เป็น 1 Module , รวมเครื่องอบไซโล 1,2 เป็น 1 Module และ เครื่องอบเบอร์ 3 เป็น 1 Module

เครื่องบดซอย จากทั้งหมด 4 เครื่อง เหลือ 1 Module

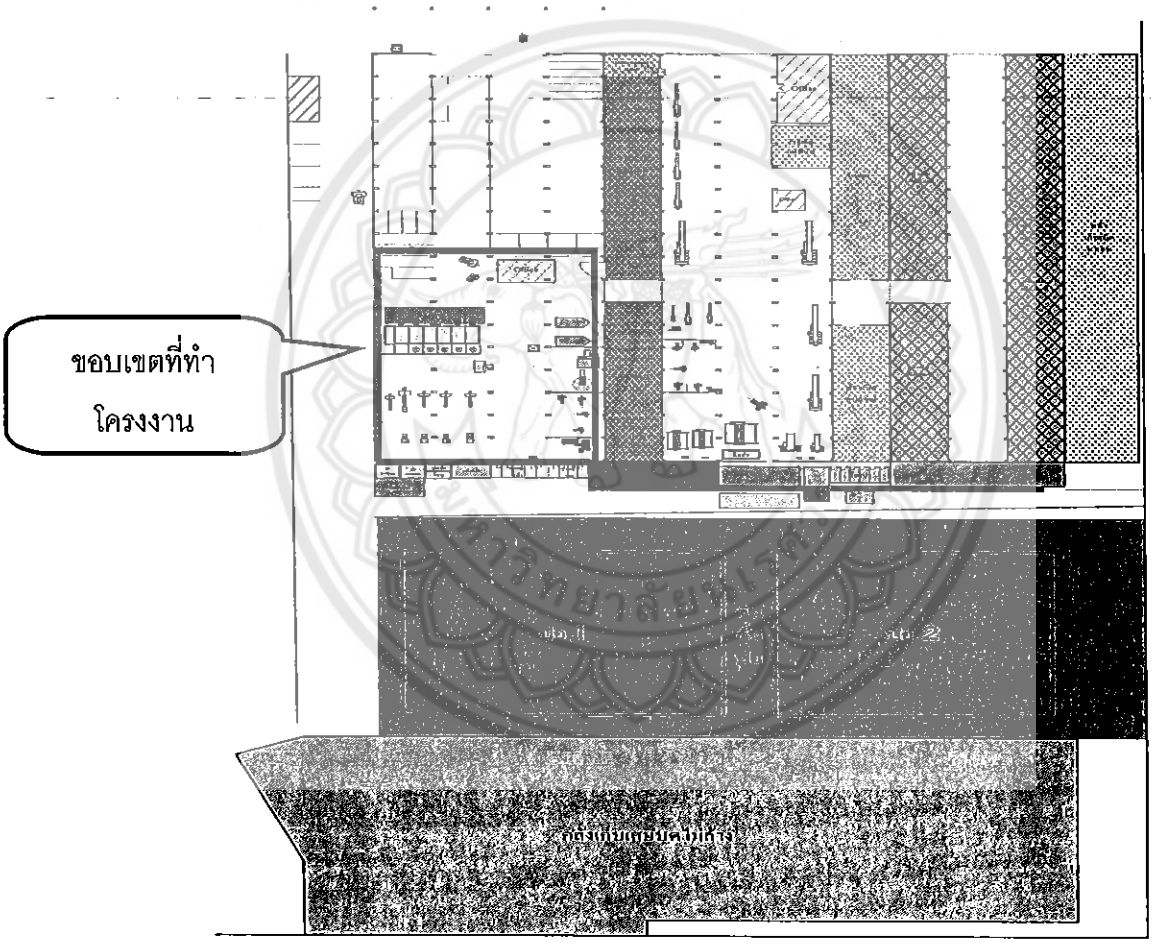
เครื่องผสมสี จากทั้งหมด 2 เครื่อง เหลือ 1 Module

เครื่องหลอมและเครื่องตัดเม็ด จากทั้งหมด 5 เครื่อง เหลือ 3 Module เนื่องจากมีการผลิตเพียง 3 เครื่อง

เครื่องหลอม+ตัดเม็ดเบอร์ 2 เป็น 1 Module, เครื่องหลอม+ตัดเม็ดเบอร์ 3เป็น 1 Moduleและเครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 5 เป็น 1 Module

โดยรูปที่ 4.2 จะแสดงให้เห็นถึงผังโรงงานโดยรวมทั้งหมดของโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด โดยได้ทำการใส่กรอบแสดงบริเวณที่เป็นขอบเขตที่ทำโครงงาน

รูปผังโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด

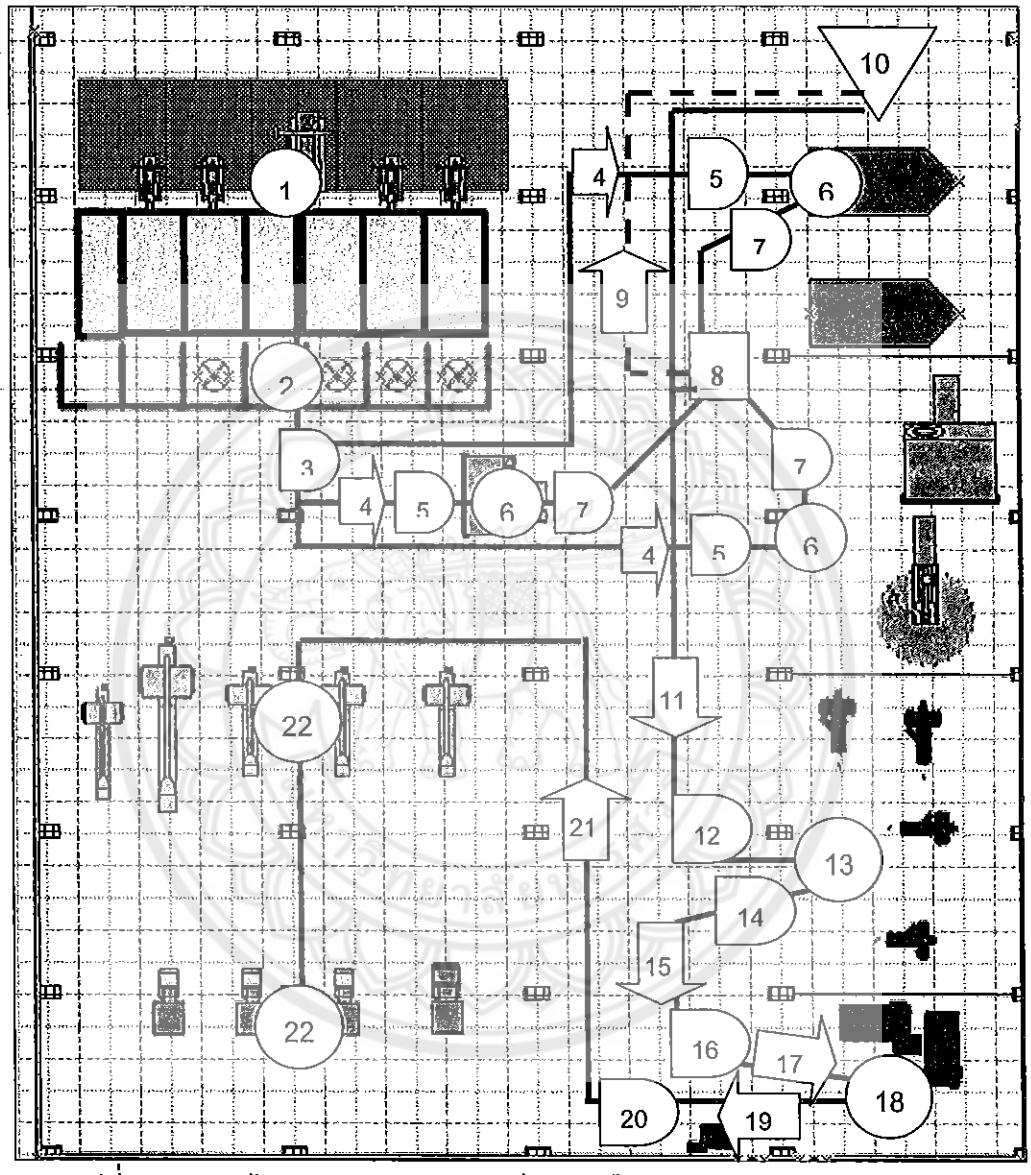


รูปที่ 4.2 ผังโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด

4.1.2 ผังการไหลของวัสดุตั้งแต่เริ่มจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ (เม็ดพลาสติก)

โดยการไหลของวัสดุเริ่มจากนำพลาสติกที่เป็นเศษชิ้นมาทำการล้าง สลัด อบ และส่งต่อไปยังแผนก บดซอย ผสมสี และขั้นตอนสุดท้ายคือหลอมและตัดเม็ดดังแสดงในรูปที่ 4.3

โดยรูปจะแสดงให้เห็นขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมดของกระบวนการพร้อมหมายเลขแสดงถึงกระบวนการทำงานเทียบกับหมายเลขบนแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ของการผลิตเม็ดพลาสติก



รูปที่ 4.3 ผังการไหลของวัสดุในโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด

จากผังการไหลของวัสดุในโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด รูปที่ 4.3 จะแสดงให้เห็นว่าการไหลของวัสดุเริ่มจากเครื่องล้างที่บริเวณด้านบนและส่งวัสดุต่อไปยังเครื่องอบที่วางอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน และส่งต่อไปยังเครื่องบดซอยเครื่องผสมสีเครื่องหลอมและเครื่องตัดเม็ดซึ่งจะเห็นได้ว่ามีเครื่องจักรที่อยู่ติดกันและทำงานที่ต่อเนื่องกันจึงได้มีการนับเวลาการทำงานรวมระหว่างเครื่องจักรซึ่งก็ได้แก่ เครื่องล้างและเครื่องสลัด , เครื่องหลอมและเครื่องตัดเม็ด

4.1.3 ข้อมูลเวลาการทำงานของเครื่องจักร

โดยเวลาการทำงานของเครื่องจักรนั้นได้ทำการแปลงให้เป็นจำนวนเวลาต่อ 1 กิโลกรัม เพื่อนำข้อมูลเวลาดังกล่าวไปหารูปแบบการกระจาย มีวิธีคำนวณดังนี้

$$\text{จำนวนเวลาต่อ 1 กิโลกรัม} = \frac{\text{เวลาการทำงานของเครื่องจักร(นาที)}}{\text{ปริมาณพลาสติก(กก.)}}$$

โดยจะนำเอาข้อมูลในช่องของเวลาต่อ 1 กก.ไปทำการหารูปแบบการกระจายและนำไปเป็นข้อมูลนำเข้าใส่ในช่อง Expression เมื่อเลือกประเภทของช่วงเวลา (Delay Type) แบบ Expression

โดยตารางที่ 4.2 จะแสดงค่าตัวอย่างเวลาการทำงานของเครื่องจักร ส่วนข้อมูลเวลาทั้งหมดจะแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างเวลาการทำงานของเครื่องจักร

ลำดับ	เครื่องล้าง+สลัด			
	ปริมาณ (กก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวน (หน่วย)
1	95	30	0.32	0.19
2	154	40	0.26	0.31
3	153	35	0.23	0.31
4	158	30	0.19	0.32
5	155	40	0.26	0.31
6	156	30	0.19	0.31
7	154	45	0.29	0.31
8	170	45	0.26	0.34
:	:	:	:	:
100	170	50	0.29	0.34

โดยสามารถสรุปจำนวนหน่วยเฉลี่ยและหน่วยที่ใช้ในแบบจำลองได้ดังนี้

เครื่องล้างเบอร์ 5 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องล้างเบอร์ 10 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 1.06 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องล้างเบอร์ 7,6,8 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องอบเบอร์ 1,4 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 1.69 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 2 หน่วย

เครื่องอบเบอร์ 3 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 1.18 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องอบไซโล 1,2 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 1.53 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 2 หน่วย

เครื่องบดซอยมีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องผสมสีมีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 2 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.16 หน่วย ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 3 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.14 หน่วย ค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 5 มีจำนวนหน่วยเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 หน่วยค่าที่ใช้ในแบบจำลองเท่ากับ 1 หน่วย

4.2 แบบจำลองสถานการณ์

4.2.1 ปรับจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองให้ไม่เกิน 150 หน่วยใน Model

เนื่องจากโปรแกรมเป็นผลิตภัณฑ์ Demo จึงมีขีดจำกัดในการประมวลผลโปรแกรม เพราะถ้าจำนวนชิ้นงานในแบบจำลองเกิน 150 หน่วย ในขณะทำการประมวลผล ก็จะทำให้โปรแกรม error จึงต้องทำการปรับเทียบอัตราส่วนและเนื่องจากได้ทำการปรับเทียบอัตราส่วนตั้งแต่ 1:25 - 1:450แล้วโปรแกรมเกิดการ error จึงได้ใช้อัตราส่วนที่ 1:500 เพราะเมื่อทำการประมวลผลที่อัตราส่วน 1:500 โปรแกรมไม่ error ดังนั้นอัตราส่วนที่1:500 ถือว่าเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม ซึ่งจะหมายความว่า 1 ค่าที่ไหลในโปรแกรมเทียบเท่า 500 กิโลกรัมของกระบวนการจริง

ทำการปรับข้อมูล ให้เป็น 1หน่วย : 500 กิโลกรัม โดยการนำค่าน้ำหนักจริงที่ได้นำมาหารด้วย 500 มีวิธีการคิดดังนี้

$$\text{จำนวนหน่วย} = \frac{\text{น้ำหนักของพลาสติกในกระบวนการจริง (กก.)}}{500}$$

ดังแสดงค่าตัวอย่างในช่องสุดท้าย (จำนวนหน่วย)

4.2.2 คำนวณหารูปแบบการกระจายของข้อมูล โดย การนำข้อมูลเวลาต่อ 1 กิโลกรัมที่ทำการคำนวณไว้ในภาคผนวก ข. มาใส่ลงในไฟล์ Notepad แล้วทำการบันทึกและเรียกใช้เครื่องมือ Input Analyzer เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Input Analyzer ให้เข้าไปที่เมนู File เลือก New จะปรากฏหน้าต่าง Input ในหน้าต่าง Input นี้ให้เข้าไปที่เมนู File เลือก Data File เลือก Use Exiting แล้วเลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการทดสอบค่ากระจาย เมื่อทำตามขั้นตอนดังกล่าวมาข้างต้นแล้วจะปรากฏหน้าต่างแสดงผลแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม โดยที่ผลของ Input Analyzer จะแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.4 และผลของ Input Analyzer ทั้งหมดที่ ภาคผนวก ค.รูปที่ ค.1 - ค.11

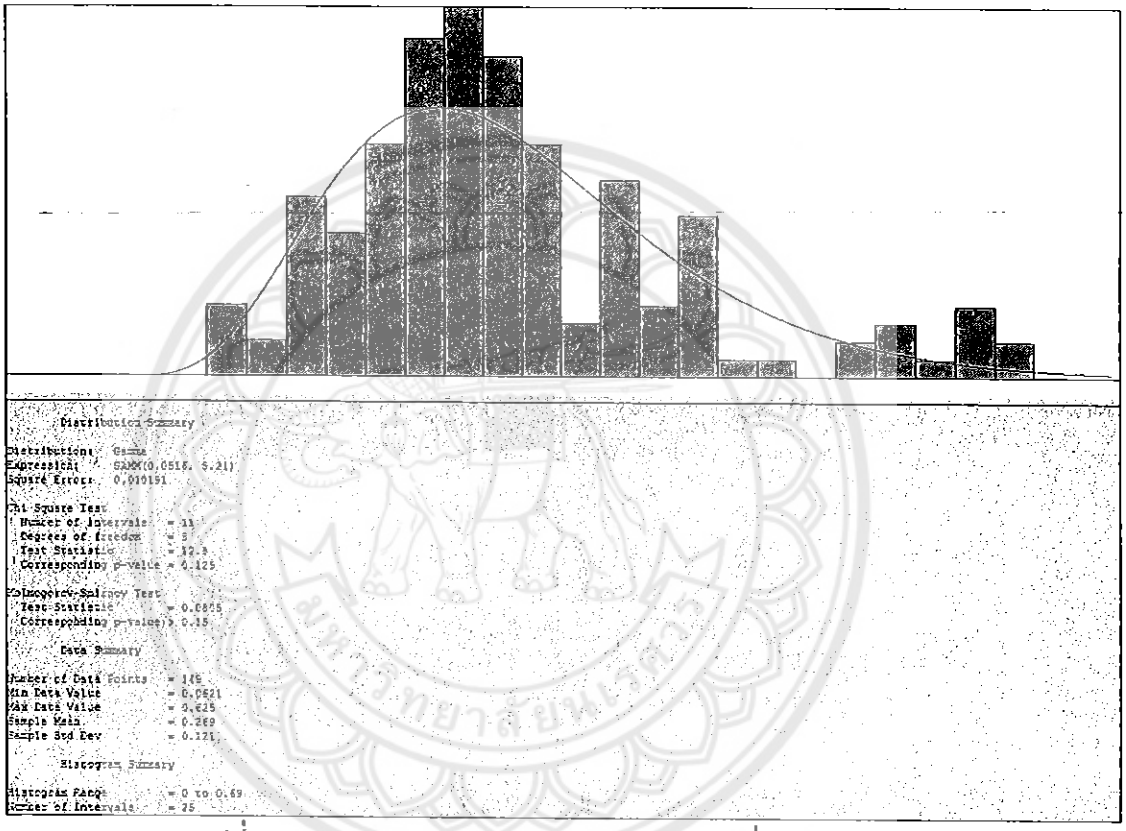
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
I 5067248 e.2 ปร.
ว2280
2552

โดยได้ตั้งสมมติฐานที่ว่า H_0 : ข้อมูลมีการกระจายตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการกระจายตามแบบที่ต้องการทดสอบ

ถ้าค่า (p-value) มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ จะยอมรับสมมติฐาน H_0 แต่ถ้าหากถ้าค่า (p-value) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญจะยอมรับสมมติฐาน H_1

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องล้างแล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องล้าง+สลัด 5

จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องล้าง+สลัดเป็นแบบ Gamma Expression : GAMM(0.0516, 5.21) ค่า p-value = 0.125

จากรูปที่ 4.4 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Gamma เพราะค่า 0.125 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

โดยตารางที่ 4.3 จะแสดงถึงเครื่องจักรแต่ละเครื่องว่ามีรูปแบบการกระจายที่มีค่า p-valueเป็นเท่าใดและมีค่า Expression (สูตร) เป็นแบบใด โดยข้อมูลที่จะนำไปใช้คือข้อมูลจากช่อง Expression (สูตร) ซึ่งจะนำไปใส่ในช่อง Expression ใน Process Module

ตารางที่ 4.3 ตารางข้อมูล Input Analyzer

ลำดับ	เครื่องจักร	ค่า p-value	Expression (สูตร)	ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05)
1	เครื่องล้าง + สลัด 5	0.125	GAMM(0.0516, 5.21)	0.125 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
2	เครื่องล้าง + สลัด 10	0.0811	LOGN(0.0893, 0.0342)	0.0811 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
3	เครื่องล้าง + สลัด 7,6,8	0.0531	0.01 + LOGN (0.157, 0.0594)	0.0531 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
4	เครื่องอบ 1,4	0.0868	LOGN(0.119, 0.0592)	0.0868 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
5	เครื่องอบ 3	0.171	LOGN(0.167, 0.0889)	0.171 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
6	เครื่องอบ ไซโล 1,2	0.665	LOGN(0.187, 0.117)	0.665(p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
7	เครื่องบดซอย	0.15	TRIA(0.32, 0.408, 0.53)	0.15 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
8	เครื่องผสมสี	0.0221	0.05 + LOGN (0.0262, 0.0134)	0.0221 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
9	เครื่องหลอม + ตัดเม็ด 2	< 0.01	0.65 + 0.17 * BETA(0.552, 0.643)	0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
10	เครื่องหลอม +ตัดเม็ด 3	< 0.01	0.02 + 7.98 * BETA(1.93, 10.8)	0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)
11	เครื่องหลอม +ตัดเม็ด 5	< 0.01	NORM(0.374, 0.0854)	0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ)

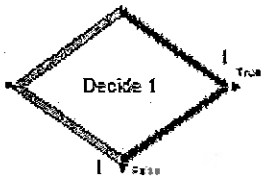
ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) ถ้าค่า (p-value) > (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้หากค่า (p-value) < (ระดับนัยสำคัญ)ให้ไปที่เมนู Fit เลือก Empirical แล้วก็จะสามารถนำรูปแบบการกระจายแบบ Empirical ไปใช้ได้

4.2.3 การสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิต

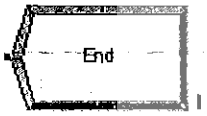
โดยจะอธิบายความหมายของ Module ต่างที่นำมาใช้ใน Model ไว้ดังต่อไปนี้

Create Module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับเริ่มต้นสร้างวัสดุที่เราสนใจเข้ามาในแบบจำลอง

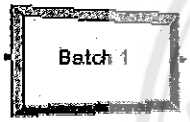
Process Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้แสดงกิจกรรมในโรงงานเช่น ล้างพลาสติก สลัดพลาสติก อบพลาสติก บดซอยพลาสติก ผสมสี หลอมและตัดเม็ดพลาสติก



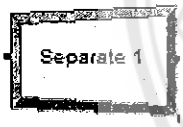
Decide Module เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุว่าควรไปในเส้นทางไหน



Dispose Module เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจ วัตถุจะออกจากระบบแบบจำลอง ณ จุดนี้



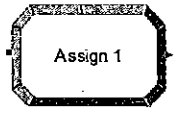
Batch เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่รวมวัตถุที่สนใจไว้ด้วยกัน



Separate เป็นหน่วยโครงสร้างที่ใช้ทั้งในการคัดลอกวัตถุที่เข้าโมดูลนี้ ให้กลายเป็นวัตถุเมื่อออกจากโมดูล หรือใช้ในการแยกก้อนวัตถุ ที่ถูกรวมมาก่อนหน้านี้ด้วยโมดูล Batch

Hold เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่ยึดครองวัตถุไว้ในแถวคอย

Record เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทางสถิติในแบบจำลอง



Assign เป็นหน่วยโครงสร้างใช้สำหรับกำหนดหน้าที่ให้ค่าตัวแปร

โดยขั้นตอนย่อยมีด้วยกันทั้งหมด 5 ขั้นตอนได้ให้คำอธิบายชื่อของโมดูล Process ของขั้นตอนที่ 1 กระบวนการล้างไว้ดังนี้

clean@shake 5 คือ เครื่องล้างเบอร์ 5

clean@shake 10 คือ เครื่องล้างเบอร์ 10

clean@shake คือ เครื่องล้างเบอร์ 7,6,8

คำอธิบายชื่อของโมดูล Process ของขั้นตอนที่ 2 กระบวนการอบไว้ดังนี้

bake 01 คือ เครื่องอบเบอร์ 1,4

bake 03 คือ เครื่องอบเบอร์ 3

bake silo 02 คือ เครื่องอบไซโล 1,2

คำอธิบายชื่อของโมดูล Process ของขั้นตอนที่ 3 กระบวนการบดซอยไว้ดังนี้

Slice Process คือ เครื่องบดซอย

คำอธิบายชื่อของโมดูล Process ของขั้นตอนที่ 4 กระบวนการผสมสีไว้ดังนี้

mix colour 1 Process คือ เครื่องผสมสี

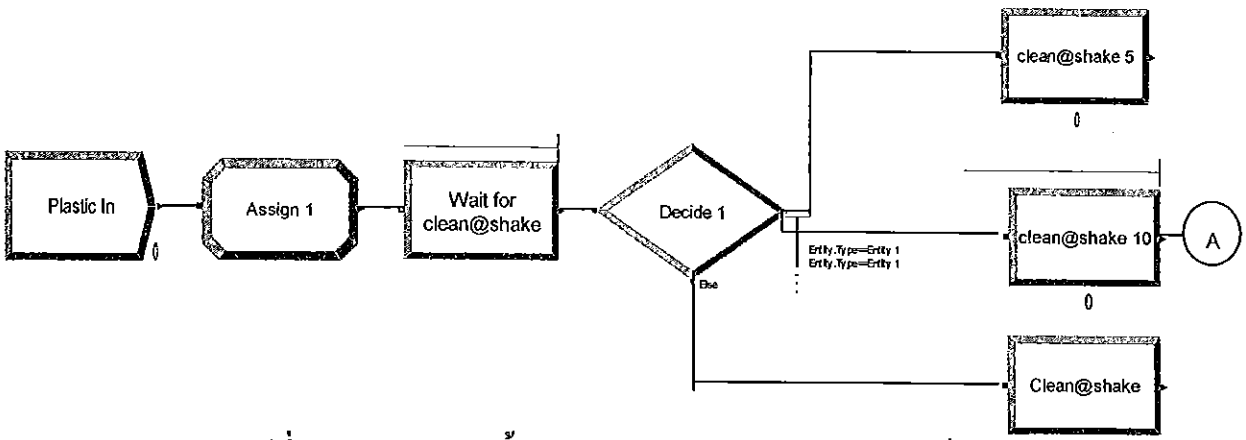
คำอธิบายชื่อของโมดูล Process ของขั้นตอนที่ 5 กระบวนการหลอม+ตัดเม็ดไว้ดังนี้

melt@cut 02 Process คือ เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 2

melt@cut 03 Process คือ เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 3

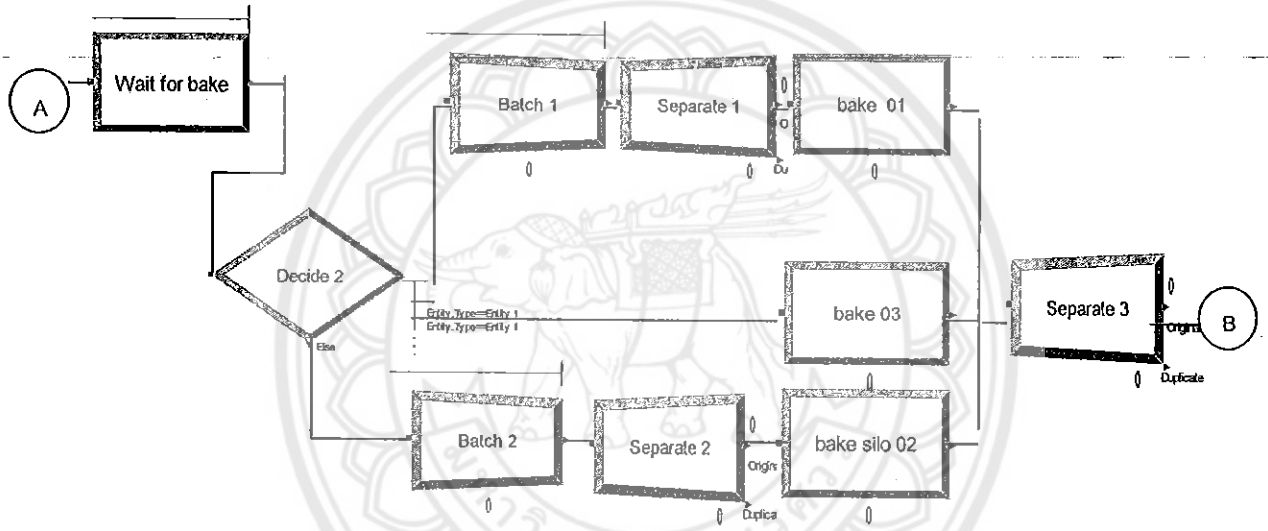
melt@cut 05 Process คือ เครื่องหลอม+ตัดเม็ด เบอร์ 5

โดยรูปที่ 4.5 นี้จะแสดงให้เห็นถึงการสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตในส่วนของกระบวนการล้าง+สลัดและทำการบันทึกค่าเวลาเริ่มต้นเมื่อวัตถุเข้ามาในระบบโดยแทนด้วยโมดูล Assign ต่อด้วยพลาสติกจะเข้ามาในระบบโดยแทนด้วยโมดูล Create แล้วก็ได้มีการนำพลาสติกมาพักไว้ก่อนการนำไปเข้ากระบวนการล้างต่อไปโดยแทนด้วยโมดูล Hold และได้ทำการแยกเป็น 3 ทางเลือกด้วยโมดูล Decide อีกครั้งเพื่อตัดสินใจเลือกพลาสติกเข้าเครื่องจักรโดยแบ่งออกเป็น 3 ทางเลือกเนื่องจากเครื่องจักรมีด้วยกันทั้งหมด 5 เครื่องแต่มีบางเครื่องที่มีปริมาณการเข้าไปของพลาสติกในปริมาณและเวลาที่เท่าๆกัน จึงใช้โมดูลพียงโมดูลเดียวแต่ให้ค่าทรัพยากรว่ามี 2 เครื่อง เมื่อทำการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรแล้วจะถูกส่งเข้ากระบวนการ ล้าง + สลัด โดยแทนด้วยโมดูล Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ก็จะตรงกับหมายเลข 1 และ 2



รูปที่ 4.5 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องล้าง+สลัด

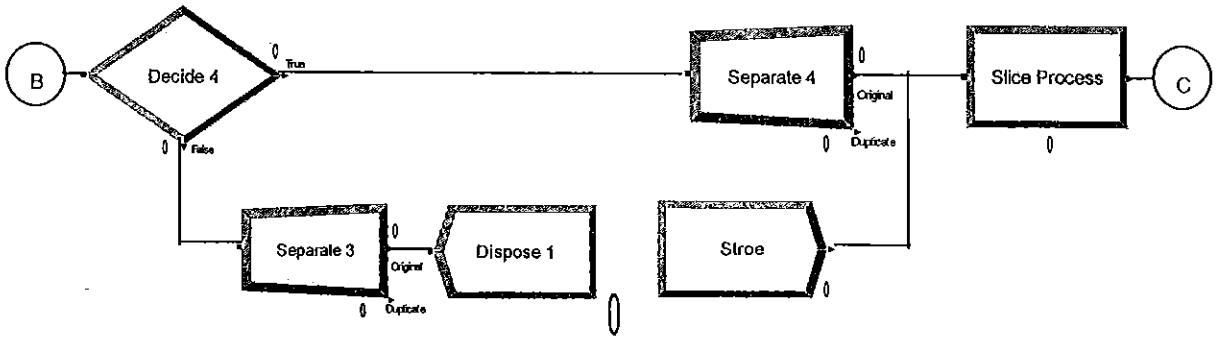
โดยรูปที่ 4.6 จะแสดงให้เห็นถึงการสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตในส่วนของกระบวนการอบ ต่อจากกระบวนการล้าง+สลัดแล้วก็ได้มีการนำพลาสติกมาพักไว้ก่อนการนำไปเข้ากระบวนการอบต่อไปโดยแทนด้วยโมดูล Hold Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ก็จะตรงกับหมายเลข 5 แล้วทำการตัดสินใจด้วยโมดูล Decide โดยแบ่งเป็น 3 ทางเลือกเมื่อทำการตัดสินใจเลือกเครื่องจักรแล้วได้มีการรวมพลาสติกให้เป็นก้อนเดียวกันก่อนเข้ากระบวนการอบด้วยโมดูล Batch และก็จะต้องมีการแยกก้อนพลาสติกที่ทำการรวมกันไว้ก่อนหน้านี้ออกจากกันด้วยโมดูล Separate ก่อนเข้ากระบวนการอบโดยแทนด้วยโมดูล Process Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ก็จะตรงกับหมายเลข 6 เมื่อผ่านกระบวนการอบแล้วก็จะมีการรวมก้อนพลาสติกด้วยโมดูล Batch ก่อนส่งต่อไป



รูปที่ 4.6 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องอบ

โดยรูปที่ 4.7 จะแสดงให้เห็นถึงการสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการบดซอย ต่อจากกระบวนการอบแล้วก็ได้ทำการตัดสินใจด้วยโมดูล Decide เพื่อแยกพลาสติกให้ไปกระบวนการต่อไปหรือเข้าคลัง ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart) ก็จะตรงกับหมายเลข 10 และได้มีการแยกพลาสติกที่ทำการรวมกันไว้ก่อนหน้านี้ออกจากกันด้วยโมดูล Separate และทำการดึงพลาสติกออกจากคลังอีกครั้งโดยใช้โมดูล Create แทนการเข้ามาในกระบวนการบดซอยของพลาสติกจากคลังต่อจากนั้น พลาสติกก็เข้ากระบวนการบดซอยโดยแทนด้วยโมดูล Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart)ก็จะตรงกับหมายเลข 13 เมื่อพลาสติกผ่านกระบวนการบดซอยเสร็จแล้วก็จะถูกส่งไปยังกระบวนการต่อไป

รูปขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องบดซอย

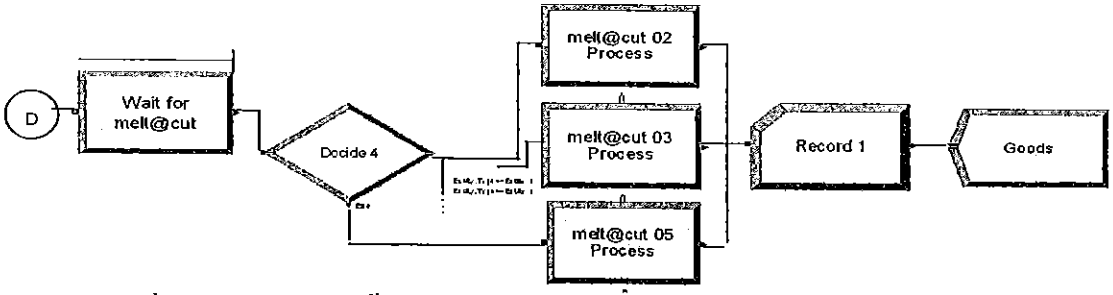


รูปที่ 4.7 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องบดซอย

โดยรูปที่ 4.8 จะแสดงให้เห็นถึงการสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผสมสีต่อจากกระบวนการบดซอยแล้วก็ได้ทำการเข้ากระบวนการผสมสีโดยแทนด้วยโมดูล Process Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการก็จะตรงหมายเลข 18

รูปที่ 4.8 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องผสมสี

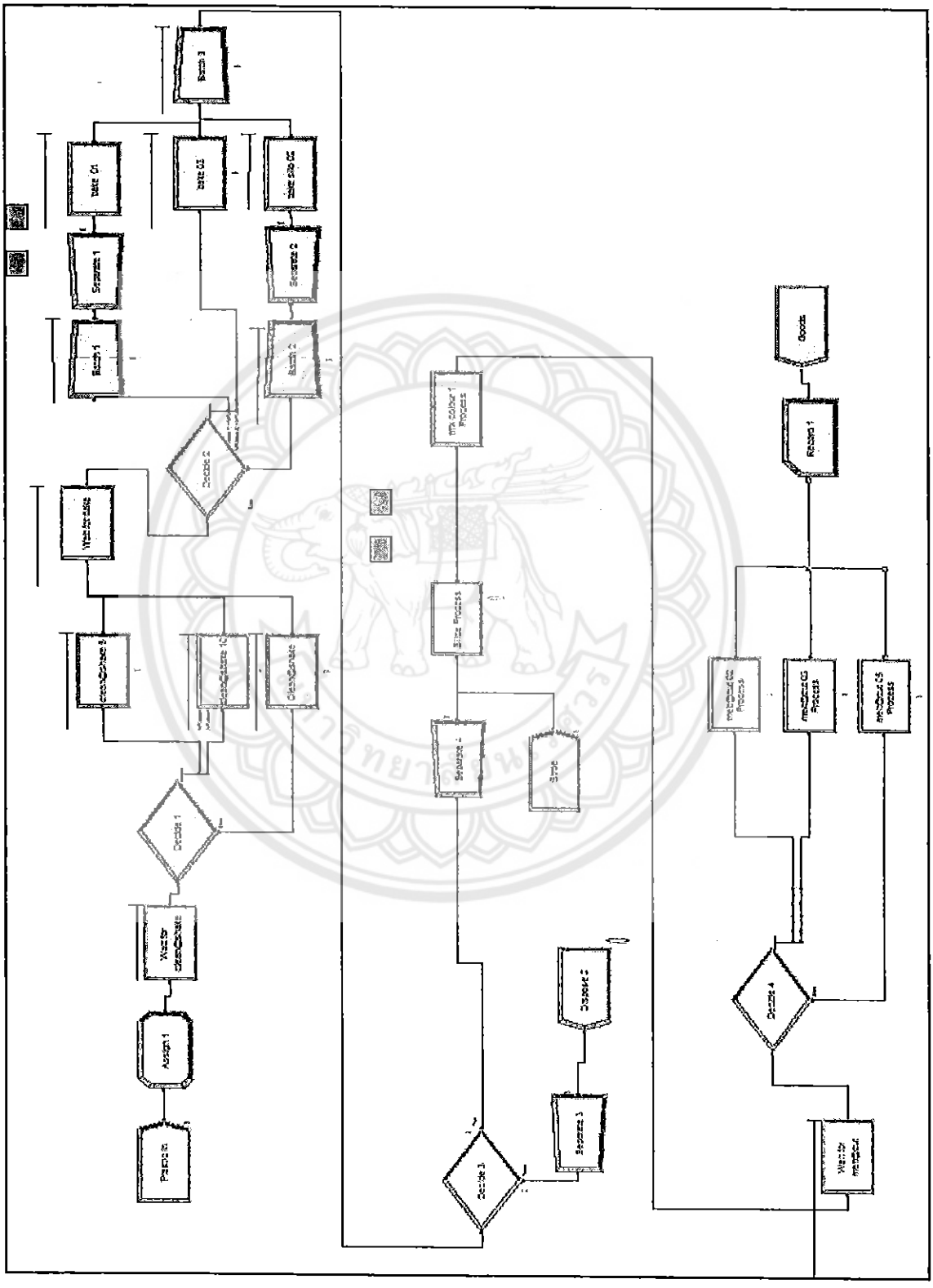
โดยรูปที่ 4.9 จะแสดงให้เห็นถึงการสร้าง Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผสมสีผลิตในส่วนของการผสมสีต่อจากกระบวนการผสมสีก็ได้มีการนำพลาสติกมาพักไว้ก่อนการนำไปเข้ากระบวนการหลอม+ตัดเม็ดต่อไปโดยแทนด้วยโมดูล Hold แล้วทำการตัดสินใจด้วยโมดูล Decide โดยแบ่งเป็น 3 ทางเลือกเมื่อทำการตัดสินใจเลือกเครื่องจักร และพลาสติกเข้ากระบวนการหลอม+ตัดเม็ดโดยแทนด้วยโมดูล Process ซึ่งเมื่อเทียบกับแผนภูมิกระบวนการ (Process chart)ก็จะตรงกับหมายเลข 22 และเมื่อพลาสติกผ่านกระบวนการหลอม+ตัดเม็ดเสร็จแล้วได้มีการ บันทึกค่าเวลาสุดท้ายด้วยโมดูล Record และสุดท้ายได้มีการบันทึกค่าวัตถุที่ออกจากระบบด้วยโมดูล Dispose เป็นหน่วยที่ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจวัตถุจะออกจากระบบแบบจำลอง ณ จุดนี้



รูปที่ 4.9 Module ของขั้นตอนย่อยในกระบวนการผลิตส่วนเครื่องหลอม+ตัดเม็ด

4.2.4 ทำการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน โดยการใช้คำสั่ง connect

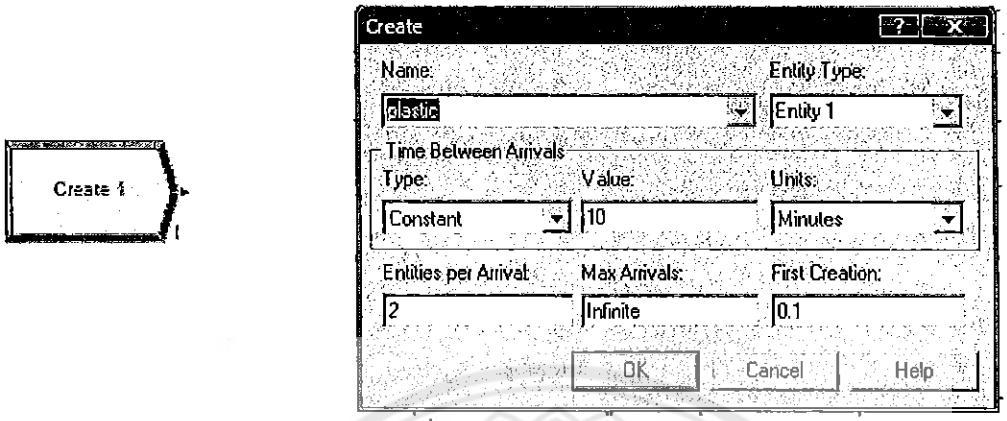
โดยจากรูปที่ 4.10 จะเป็นการทำการเชื่อมต่อระหว่าง Module ย่อยทั้งหมดเข้าด้วยกัน



รูปที่ 4.10 แสดงการเชื่อมต่อ Module เข้าด้วยกัน

4.2.5 ป้อนข้อมูลต่างๆลงใน Module

Create Module : ใช้สำหรับสร้าง Entity เข้ามาในระบบ



รูปที่ 4.11 ภาพแสดง Create Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Create Module

Name : ชื่อของ Module (การตั้งชื่อต้องไม่ซ้ำกัน) ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Entity Type : การตั้งชื่อให้กับวัตถุที่เข้ามาในหน่วยโมดูล

Type : เลือกประเภทของการมาถึงของวัตถุ มีให้เลือก 4ประเภทคือการมาถึงแบบสุ่ม (Random) แบบคงที่ (Constant) แบบมีตารางเวลาการมาถึง (Schedule) และแบบสูตร (Expression)

Value : ใส่ค่าช่วงเฉลี่ยของการมาถึงกรณีเลือกประเภทเป็นแบบสูตร (Expression) ช่องนี้จะใช้ใส่การกระจายที่ต้องการแทน

Expression : ค่าการกระจายทางสถิติที่ได้จากการทดสอบ Input Analyzer

Unit : หน่วยเวลาของช่วงการมาถึงตามที่ใส่ค่าใน Valueโดยจะมีหน่วยวินาที นาที ชั่วโมง วัน

Schedule Name : กรณีเลือกประเภทแบบมีตารางเวลาการมาถึงของวัตถุมาถึง (Schedule)จะไม่ มีช่อง Value และ Unit แต่จะมีช่องตารางการมาถึงของวัตถุ (Schedule Name) ปรากฏอยู่แทน มีไว้สำหรับกำหนดชื่อของตารางเวลาที่ใช้

Entities per Arrival : ใส่วัตถุที่มาถึงระบบในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ต่อครั้งระบบทั่วไปจะมีวัตถุมาถึงและห่างกันในช่วงเวลาที่กำหนด แต่ในบางระบบวัตถุมีหลายวัตถุมาถึงพร้อมกัน นอกจากนี้ช่องนี้สามารถใส่จำนวนวัตถุที่มาถึงด้วยการกระจายได้

Max Arrival : จำนวนวัตถุสูงสุดที่โมดูลนี้จะสร้างขึ้นมา โดยช่องนี้สามารถใส่จำนวนวัตถุที่เข้าระบบสูงสุดด้วยค่าการกระจายได้

First Creation : เวลาเริ่มต้นสำหรับวัตถุแรกเข้ามาสู่ระบบ

ในแบบจำลองจะมี Create Module ด้วยกันทั้งหมด 2 Module ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลใน Create Module

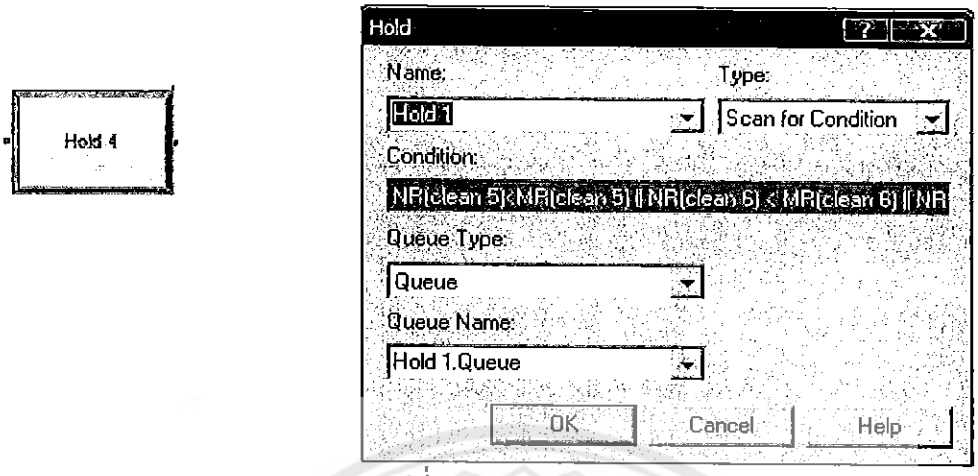
คำสั่ง	การใส่ข้อมูล ใน Module	
	Create Module 1	**Create Module 2**
Name	Plastic In	Store
Entity Type	Plastic	Plastic 2
Type	Schedule	Schedule
Expression	-	-
Schedule Name	plastic In Schedule	plastic 2 Schedule
Entities per Arrival	1	2

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.4

Create Module 1 ใช้ประเภทของการมาถึงของวัตถุ (Type) เป็นแบบ Schedule เนื่องจากได้มีการนำข้อมูลที่เก็บไว้มาหาค่าเฉลี่ยและใส่ค่าลงในตารางเวลาการมาถึงและนำมาเป็นข้อมูลการมาถึงของวัตถุ โดยใช้ชื่อของตารางการมาถึงของวัตถุโดย (Schedule Name) ว่า plastic In Schedule โดยมีจำนวนวัตถุที่มาถึงระบบ (Entities per Arrival) เท่ากับ 1 หน่วยจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนที่ 1 หน่วยต่อ 500 กก.ดังนั้น 1 หน่วยที่เข้ามาก็มีค่าเท่ากับ 500 กก.

Create Module 2 ใช้ประเภทของการมาถึงของวัตถุ (Type) เป็นแบบ Schedule เนื่องจากได้มีการนำข้อมูลที่เก็บไว้มาหาค่าเฉลี่ยและใส่ค่าลงในตารางเวลาการมาถึงและนำมาเป็นข้อมูลการมาถึงของวัตถุ โดยใช้ชื่อของตารางการมาถึงของวัตถุโดย (Schedule Name) ว่า plastic 2 Schedule โดยมีจำนวนวัตถุที่มาถึงระบบ (Entities per Arrival) เท่ากับ 2 หน่วยจากการเปรียบเทียบอัตราส่วนที่ 1 หน่วยต่อ 500 กก.ดังนั้น 5 หน่วยที่เข้ามาก็มีค่าเท่ากับ 1000 กก.

Hold Module: ใช้สำหรับกำหนดให้หยุดรอแบบมีเงื่อนไข



รูปที่ 4.12 ภาพแสดง Hold Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Hold Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Type : เป็นตัวกำหนดเหตุผลของการยึดครองวัตถุภายในคิวที่กำหนดแบ่งเป็น 3ประเภทดังนี้

- Wait for Signal (การรอสัญญาณ) จะยึดวัตถุไว้จนกระทั่งสัญญาณที่มีค่ากันถูกได้รับ
- Scan for Condition (การรอเงื่อนไข) จะยึดวัตถุไว้จนเงื่อนไขที่ถูกกำหนดนั้นเป็นจริง
- Infinite Hold (การยึดอย่างไม่จำกัด) จะยึดวัตถุไว้อย่างไม่จำกัดจนกระทั่งวัตถุถูกนำออกจากคิว

Wait for Value : ค่าของสัญญาณที่วัตถุรอรับถ้าค่าที่ส่งมาตรงกับค่าที่ต้องการในช่องนี้ วัตถุที่ถูกยึดไว้ในโมดูลนี้จะถูกปล่อยออกจากโมดูลไม่เกินค่าที่ระบุไว้ในช่อง Limit ช่องนี้จะปรากฏเมื่อเหตุผลของการยึดวัตถุภายในคิวเป็นแบบการรอสัญญาณ (Wait for Signal)

Limit : จำนวนวัตถุที่มากที่สุดในแถวคอยที่จะถูกปล่อยเมื่อโมดูลนี้ได้รับสัญญาณช่องนี้จะปรากฏเมื่อเหตุผลของการยึดวัตถุภายในคิวเป็นแบบการรอสัญญาณ (Wait for Signal)

Conditions : การเจาะจงเงื่อนไขที่จะถูกประเมินในการยึดวัตถุไว้ที่โมดูล ถ้าเงื่อนไขถูกประเมินว่าเป็นจริงวัตถุจะออกจากโมดูลทันที แต่เงื่อนไขถูกประเมินว่าเป็นเท็จวัตถุจะทำการรอในคิวที่เกี่ยวข้องจนกระทั่งเงื่อนไขที่กำหนดไว้จะเป็นจริงช่องนี้จะปรากฏเมื่อเหตุผลของการยึดวัตถุภายในคิวเป็นแบบการรอสัญญาณ (Scan for Condition)

Queue Type : เป็นตัวกำหนดรูปแบบคิว รูปแบบคิวมีให้เลือก 4 ประเภทคือ

- Queue ประเภทระบุชื่อของคิว ช่องที่ปรากฏเมื่อเลือกประเภท Queue คือ Queue Name : ใส่ชื่อของคิว

- Set ประเภทระบุชื่อของกลุ่มคิวช่องที่ปรากฏเมื่อเลือกประเภท Set คือ Set Name : ใส่ชื่อของกลุ่มคิว

- Attribute ประเภทเลือกคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถอ้างอิงชื่อของคิวกรณีเลือกประเภทนี้จะปรากฏช่อง Attribute:ใส่ชื่อของคุณสมบัติที่เก็บค่าเลขชี้ที่แสดงตำแหน่งลำดับของคิวตามลำดับชื่อ

- Expression ประเภทใส่สูตรที่สามารถอ้างถึงชื่อคิวกรณีเลือกประเภทนี้จะปรากฏช่อง Expression : ใส่สูตรที่สามารถอ้างถึงชื่อของคิว

ในแบบจำลองมี Hold Module ด้วยกันทั้งหมด 3 Module ดังตารางที่ 4.5

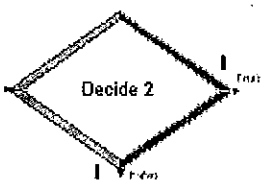
ตารางที่ 4.5 ข้อมูลใน Hold Module

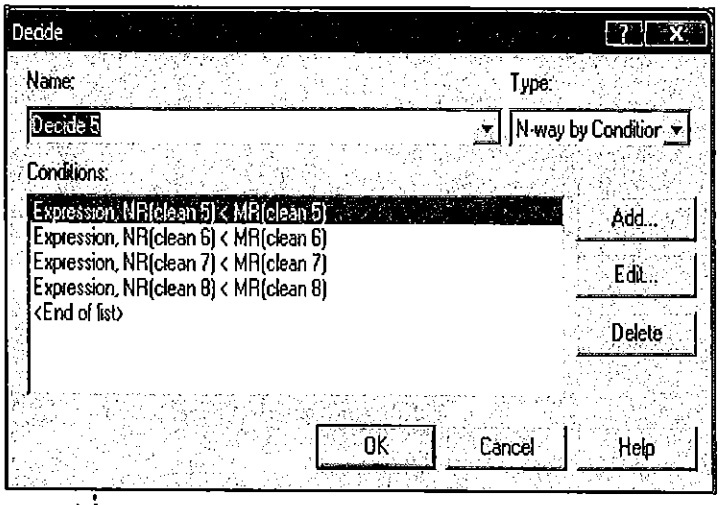
คำสั่ง	การใส่ข้อมูล ใน Module		
	Hold Module 1	**Hold Module 2**	**Hold Module 3**
Name	Wait for clean@shake	Wait for bake	Wait for melt@cut
Type	Scan for Condition	Scan for Condition	Scan for Condition
Queue Type	Queue	Queue	Queue

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.5

Hold Module 1,2,3 ใช้ตัวกำหนดเหตุผลของการยึดครองวัตถุภายในคิวเป็นแบบ Scan for Condition เนื่องจากจะยึดวัตถุไว้จนกระทั่งเงื่อนไขที่ถูกกำหนดนั้นเป็นจริงจึงจะปล่อยวัตถุผ่านไป

Decide Module: ใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจ





รูปที่ 4.13 ภาพแสดง Decide Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Decide Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Type : เกณฑ์ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือก มีให้เลือก 4 ประเภทคือ

- 2 way by Chance มีทางเลือกให้เลือกโดยใช้เกณฑ์ของโอกาสที่น่าจะเป็นไปได้ในการตัดสินใจ 2 ทาง ถ้าเลือกเกณฑ์นี้จะปรากฏช่อง Percent True (0-100) ให้เติมค่าโอกาสที่น่าจะเป็น

- 2 way by Condition มีทางเลือกให้เลือกโดยใช้เงื่อนไขในการตัดสินใจ 2 เงื่อนไข ดังนั้นโมดูลนี้จะมีทางออก 2 ทาง คือ ทางเลือกที่ทำให้เงื่อนไขเป็นจริง (True) และทางเลือกที่ทำให้เงื่อนไขเป็นเท็จ (False) โดยเงื่อนไขจะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวเลือกเหล่านี้ คือตัวแปร (Variable) , คุณสมบัติประจำตัว (Attribute) ,ชนิดของวัตถุ (Entity Type) และสูตร (Expression)

- N way by chance วัตถุเลือกทางเลือกได้เพียงหนึ่งทางจากทางเลือกของโอกาสที่น่าจะเป็นได้ (probability) N ทาง

- N way by Condition วัตถุเลือกทางเลือกได้เพียงหนึ่งทางจาก N ทางโดยใช้เกณฑ์ของเงื่อนไขในการตัดสินใจ

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างเงื่อนไข Conditions

- If : เลือกตัวกำหนดเงื่อนไขจากตัวแปร (Variable) ,คุณสมบัติประจำตัว (Attribute),ชนิดของวัตถุ (Entity Type) และสูตร (Expression)

- Named : ชื่อของตัวเลือกที่เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขตามที่ระบุไว้ใน If โดยช่องนี้จะไม่ปรากฏ ถ้าเลือกตัวกำหนดเงื่อนไขแบบสูตร (Expression)

- Is : เลือกสมการให้เงื่อนไข >,>=,==,<,<= หรือ <> ให้กับตัวเลือกที่ถูกกำหนดใน Named โดยช่องนี้จะไม่ปรากฏถ้าเลือกตัวกำหนดเงื่อนไขแบบสูตร (Expression)

- Value : ใส่ค่าที่ใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขให้กับตัวเลือกที่ถูกกำหนดใน Named ในแบบจำลองมี Decide Module ด้วยกันทั้งหมด 4 Module ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลใน Decide Module

คำสั่ง	การใส่ข้อมูล ใน Module			
	Decide 1	**Decide 2**	**Decide 3**	**Decide 4**
Name	Decide 1	Decide 2	Decide 3	Decide 4
Type	N way by Condition	N way by Condition	1 way by Chance	N way by Condition

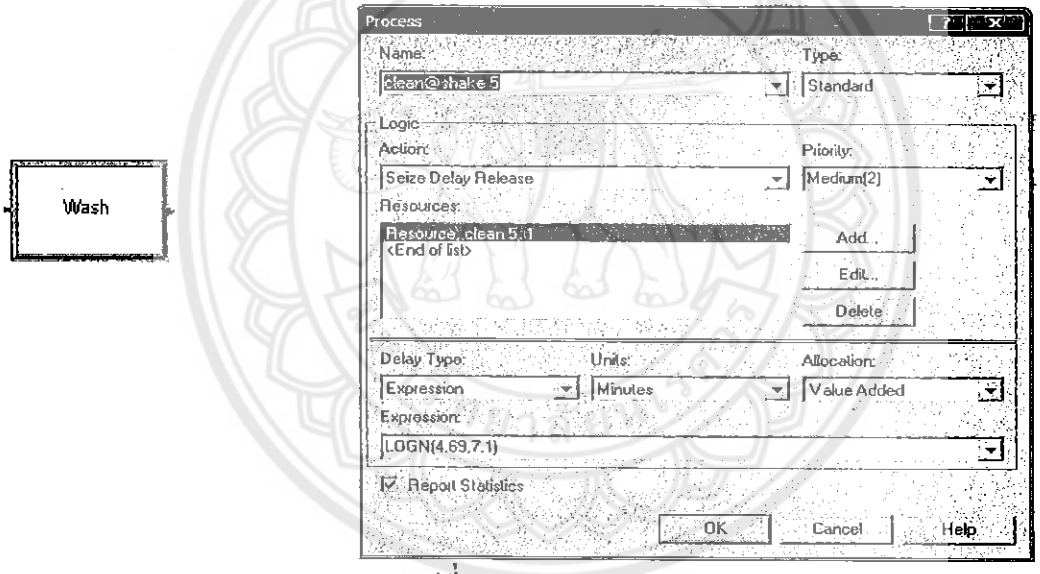
คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.6

Decide 1 ใช้เกณฑ์ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือก (Type) เป็นแบบ 2 way by Condition เนื่องจากกำหนดทางเลือกให้เลือกโดยใช้เงื่อนไขในการตัดสินใจ 2 เงื่อนไข

Decide 2,3,5 ใช้เกณฑ์ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือก (Type) เป็นแบบ N way by Condition เนื่องจากกำหนดให้วัตถุเลือกทางเลือกที่จะไปได้เพียง 1 ทาง โดยได้กำหนดเงื่อนไขให้กับวัตถุ

Decide 4 ใช้เกณฑ์ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือก (Type) เป็นแบบ 2 way by Chance เนื่องจากได้มีการคำนวณหาอัตราส่วนการไปต่อในแต่ละเส้นทางโดยมีอัตราส่วนส่งวัตถุไปที่กระบวนการบดซอยที่ 49% และเก็บเข้าคลังที่ 51%

Process Module: ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของกระบวนการ



รูปที่ 4.14 ภาพแสดง Process Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Process Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Type : เลือกประเภทของคุณลักษณะเฉพาะของระบบภายในโมดูลมีให้เลือก 2 ประเภทคือ "Standard" (มาตรฐาน) หรือ "Submodel" (ตัวแบบย่อ)

Action : ปฏิบัติการของกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในโมดูลมีให้เลือก 4 ปฏิบัติการดังนี้

- Delay ปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรมแต่ไม่ต้องการทรัพยากรหรือมองอีกอย่างหนึ่งคือ ทรัพยากรมีไม่จำกัด ทำให้ไม่มีคิวเกิดขึ้น

- Seize Delay Release ปฏิบัติการจอง (Seize) จำนวนทรัพยากรมาทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ โดยอาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นจะมีการปล่อย (Release) ทรัพยากรให้ว่างเพื่อให้ทรัพยากรนั้นสามารถทำกิจกรรมกับวัตถุถัดไป

- Seize Delay ปฏิบัติการจอง (Seize) ทรัพยากรมาใช้กิจกรรมร่วมกับวัตถุ โดยอาศัยช่วงเวล า(Delay) ในการทำกิจกรรมดังนั้นเมื่อมีการใช้ปฏิบัติการจองจะต้องมีคิวเกี่ยวข้องด้วยเสมอ ปฏิบัติการนี้จะไม่ปล่อยให้ทรัพยากรว่างดังนั้นเมื่อเลือกใช้ปฏิบัติการนี้จะต้องมีการเลือกใช้ปฏิบัติการ Delay Release ในภายหลัง

- Delay Release ปฏิบัติการที่อาศัยช่วงเวลา (Delay) ในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นจะมีการปล่อยทรัพยากร (Release) ให้ว่าง

Delay Type : ประเภทของช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีให้เลือก 5 ประเภทซึ่งอยู่ในรูปของลักษณะการกระจายช่วงเวลาการทำกิจกรรมคือ

- Constant เวลาที่ใช้ในหารทำกิจกรรมเป็นแบบคงที่
- Normal เวลาที่ใช้ในหารทำกิจกรรมเป็นแบบนอร์มอล
- Triangular เวลาที่ใช้ในหารทำกิจกรรมเป็นแบบสามเหลี่ยม
- Uniform เวลาที่ใช้ในหารทำกิจกรรมเป็นแบบยูนิฟอร์ม
- Expression เลือกรูปแบบของการกระจายที่ไม่ปรากฏข้างต้นโดยช่องนี้ผู้สร้างต้องใส่ค่าให้ตัวแปรเสริม (Parameters) ที่จำเป็นเข้าไป เพื่อทำให้ข้อมูลการกระจายสมบูรณ์

Unit : เลือกหน่วยของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม โดยจะมีหน่วยวินาที นาที ชั่วโมง วัน ให้เลือก

Allocation : เลือกกำหนดวิธีจัดสรรต้นทุน ว่ากระบวนการที่เกิดขึ้นควรได้รับการจัดสรรไปสู่ข้อมูลใดมีให้เลือก 5 ประเภทคือกระบวนการที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ,ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non-Value Added) ,กระบวนการขนถ่าย (Transfer) ,กระบวนการรอ (Wait) และอื่นๆ

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างทรัพยากร (Resources)

Type : เลือกประเภทของทรัพยากรแบบระบุชื่อทรัพยากร (Resources) หรือกลุ่มทรัพยากร (Set)

Resources Name : ระบุชื่อของทรัพยากรที่จะถูกใช้หรือปล่อยออกช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกช่องของทรัพยากรเป็นแบบระบุชื่อทรัพยากร (Resources)

Set Name : ระบุชื่อของกลุ่มทรัพยากรที่จะถูกใช้หรือปล่อยออกช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกช่องของทรัพยากรเป็นแบบกลุ่มทรัพยากร (Set)

Selection Rule : กฎในการเลือกใช้ทรัพยากรจากกลุ่มทรัพยากรหรือปล่อยออกของทรัพยากรจากกลุ่มทรัพยากรที่ระบุไว้ใน Set Name ช่องนี้จะปรากฏเมื่อเลือกช่องของทรัพยากรเป็นแบบกลุ่มทรัพยากร (Set) ใน Selection Rule มีให้เลือก 6 กฎคือ

- Cyclical วัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากทรัพยากรไหนว่างให้เรียกใช้ทรัพยากรนั้นก่อน
- Random วัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจาก การสุ่มเรียกใช้ทรัพยากรจากทรัพยากรที่ว่าง

- Preferred Order วัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากลำดับทรัพยากรที่เรียงลำดับไว้

- Specific Member ระบุทรัพยากรที่ต้องการเรียกใช้หรือปล่อยออก

- Largest Remaining Capacity วัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจาก ทรัพยากรที่มีกำลังการผลิต (จำนวน) คงเหลือมากที่สุดจะถูกเรียกใช้ก่อน

- Smallest Number busy วัตถุเรียกใช้ทรัพยากรจากทรัพยากรที่มีจำนวนครั้งการทำงานน้อยสุดก่อนจะถูกเรียกใช้ก่อน

และนำค่าตัวแปร aaa คูณเข้ากับสูตรที่ได้จากการหารูปแบบการกระจาย โดยกำหนดให้ตัวแปร aaa มีค่าเท่ากับ 1 หน่วย Process Module มีด้วยกันทั้งหมด 11 Module ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลใน Process Module

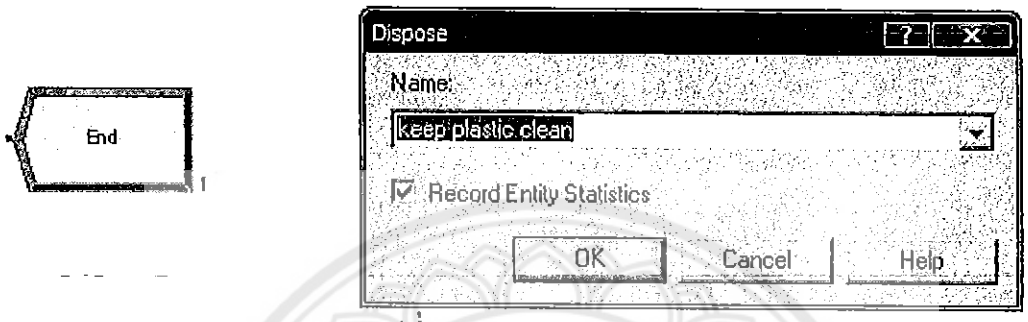
ลำดับ Module	คำสั่ง		
	Name	Action	Expression
1	clean@shake 5	Seize Delay Release	aaa*GAMM(0.0516, 5.21)
2	clean@shake 10	Seize Delay Release	aaa*LOGN(0.0893, 0.0342)
3	clean@shake	Seize Delay Release	aaa*0.01 + LOGN(0.157, 0.0594)
4	bake 01	Seize Delay Release	aaa*LOGN(0.119, 0.0592)
5	bake 03	Seize Delay Release	aaa*LOGN(0.167, 0.0889)
6	bake silo 02	Seize Delay Release	aaa*LOGN(0.187, 0.117)
7	Slice Process	Seize Delay Release	aaa*TRIA(0.32, 0.408, 0.53)
8	mix colour 1 Process	Seize Delay Release	aaa*Empirical
9	melt@cut 02 Process	Seize Delay Release	aaa*Empirical
10	melt@cut 03 Process	Seize Delay Release	aaa*Empirical
11	melt@cut 05 Process	Seize Delay Release	aaa*Empirical

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.7

Process Module 1 – 11 ใช้ปฏิบัติการของกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในโมดูล (Action) เป็นแบบ Seize Delay Release เนื่องจากระบบได้มีการปฏิบัติการจอง (Seize) จำนวนทรัพยากรมาทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุโดยอาศัยช่วงเวลา (Delay)ในการทำกิจกรรมและเมื่อกิจกรรมนั้นเสร็จสิ้นจะมีการปล่อย (Release) ทรัพยากรให้ว่างเพื่อให้ทรัพยากรนั้นสามารถทำกิจกรรมกับวัตถุถัดไป

โดย Process Module 1 – 11 ได้ใช้ ประเภทของช่วงเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม (Delay Type) เป็นแบบ Expression และใช้สูตรจากการหารูปแบบการกระจายในตารางที่ 4.3 โดยที่ด้านหน้าของค่าของสูตรรูปแบบการกระจายนั้น ได้มีการกรอกข้อมูลที่เป็นตัวแทนของน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วย นั่นก็คือ aaa* ซึ่งจะนำไปคูณเข้ากับ สูตรรูปแบบการกระจายนั่นเอง

Dispose Module: ใช้จบการทำงานของวัตถุที่สนใจวัตถุ



รูปที่ 4.15 ภาพแสดง Dispose Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Dispose Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Record Entity Statistics : ถ้ามีการคลิกเครื่องหมายถูกที่นี่ แสดงถึงการกำหนดให้บันทึกข้อมูลด้านข้อมูลเพิ่มทางสถิติของตัววัตถุ

ในแบบจำลองมี Dispose Module ด้วยกันทั้งหมด 2 Module ดังตารางที่ 4.8

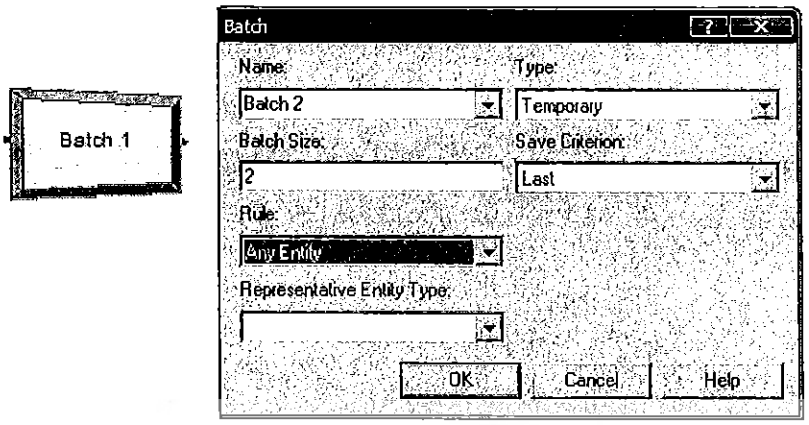
ตารางที่ 4.8 ข้อมูลใน Dispose Module

คำสั่ง	การใส่ข้อมูล ใน **Module**	
	Dispose Module 1	**Dispose Module 2**
Name	Dispose 1	Goods

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.8

Dispose Module 1,2 จะใช้ในการจบการทำงานของวัตถุที่สนใจและจะปรากฏชื่อในรายงานการประมวลผล

Batch Module: เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่รวมวัตถุที่สนใจไว้ด้วยกัน



รูปที่ 4.16 ภาพแสดง Batch Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Batch Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Type : ประเภทของการรวมวัตถุ มี 2ประเภทคือ

- Permanent รวมแบบถาวร
- Temporary รวมแบบชั่วคราว

Batch Size: จำนวนของวัตถุที่ต้องการรวม

Save Criterion : ตัวแทนกลุ่มวัตถุใหม่จะคงค่าชนิดของวัตถุตัวสุดท้ายหรือตัวแรกที่อยู่ในคิว

Rule : กฎการรวมวัตถุ ประกอบด้วย 2 กฎคือ

- Any Entities การรวมวัตถุแบบรวมวัตถุทุกชนิดไว้ด้วยกัน โดยการรวมนับจำนวนวัตถุในแถวคอยรวมกันเท่ากับจำนวนของวัตถุที่ต้องการรวม (Batch Size) วัตถุนั้นก็จะถูกรวมเข้าสู่โมดูล

- By Attribute การรวมวัตถุที่ให้ค่าคุณสมบัติประจำตัวเดียวกันไว้ด้วยกัน โดยการรวมวัตถุจะนับจำนวนวัตถุที่มีค่าคุณสมบัติประจำตัวเดียวกัน ที่อยู่ในแถวคอยให้รวมกันได้เท่ากับจำนวนของวัตถุที่ต้องการรวม (Batch Size) เมื่อครบตามจำนวนที่กำหนดวัตถุนั้นก็จะถูกรวมเข้าสู่โมดูลนี้ก่อน

Attribute Name : เลือกชื่อของคุณสมบัติที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการรวมวัตถุที่มีค่าคุณสมบัติเหมือนกัน

Representative Entity Type : การตั้งชื่อใหม่ให้ชนิดของวัตถุ

ในแบบจำลองมี Batch Module ด้วยกันทั้งหมด 2 Module ดังตารางที่ 4.9 โดยการรวมวัตถุนั้นก็เพื่อให้ก้อนวัตถุมีปริมาณตามที่เครื่องจักรต้องการก่อน โดยส่วนที่ไม่มีก็แสดงว่าจำนวนก้อนพลาสติกสามารถเข้าไปทำงานได้เลยโดยไม่ต้องทำการรวมวัตถุก่อน

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลใน Batch Module

คำสั่ง	การใส่ข้อมูล ใน Module	
	Batch Module 1	**Batch Module 2**
Name	Batch 1	Batch 2
Type	Temporary	Temporary
Batch Size	2	2

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.9

Batch Module 1,2 จะใช้ประเภทของการรวมวัตถุ (Type)เป็นแบบ Temporary ทั้งหมดเนื่องจากในการรวมวัตถุนั้นต้องการรวมเพียงชั่วคราวเท่านั้น

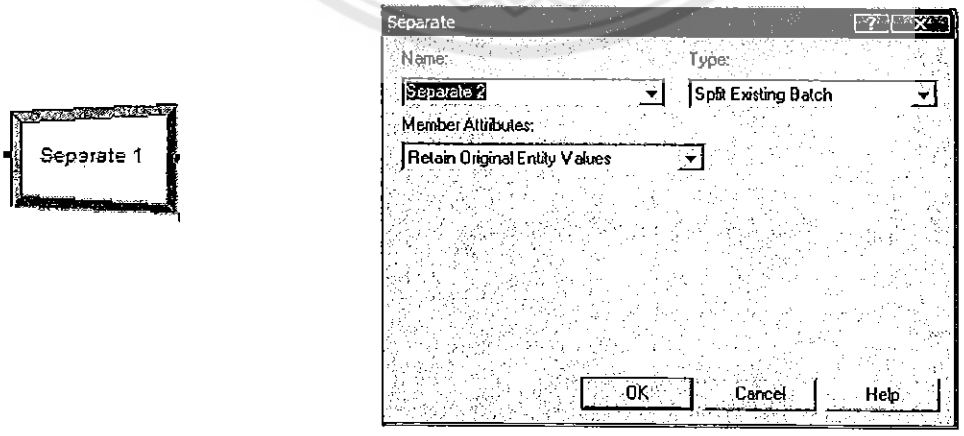
ส่วนจำนวนของวัตถุที่ต้องการรวม (Batch Size) นั้น

Batch Module 1 (มาจากเครื่องอบ 1,4) มีค่าเท่ากับ 2 หน่วย ซึ่งเท่ากับ 1000 กก.โดยประมาณ

Batch Module 2 (มาจากเครื่องอบไซโล1,2) มีค่าเท่ากับ 2 หน่วยซึ่งเท่ากับ1000 กก.โดยประมาณ

ซึ่งค่าดังกล่าวได้มาจากการทำการเทียบอัตราส่วนและหาค่าเฉลี่ยจำนวนวัตถุ

Separate Module: เป็นหน่วยโครงสร้างที่ทำหน้าที่แยกก้อนวัตถุ ที่ถูกรวมกันมาก่อน



รูปที่ 4.17 ภาพแสดง Separate Module

อธิบายข้อมูลที่ต้องใส่ในหน้าต่างของ Separate Module

Name : ชื่อที่ใส่ในช่องนี้จะไปปรากฏเป็นชื่อบนโมดูล

Type : ประเภทของการแยกวัตถุมี 2ประเภทคือ

- Duplicate Original การคัดลอกวัตถุที่เราสนใจ

- Split Existing Batch การแยกวัตถุออกจากกันจากวัตถุที่ถูกรวมกันแบบชั่วคราว

Member Attributes :เลือกวิธีกำหนดคุณสมบัติให้กับวัตถุ มี 3 วิธีให้เลือกโดยช่องนี้จะปรากฏขึ้นเมื่อประเภทของการแยกวัตถุ (Type) เป็นแบบ Split Existing Batch ดังนี้

- Retain Original Entity Value คุณสมบัติประจำตัวดั้งเดิมต่างๆทุกตัวของวัตถุต้นกำเนิด รวมทั้งคุณสมบัติที่ผู้สร้างกำหนดขึ้นมาก่อนวัตถุเข้าสู่ Batch Module เมื่อวัตถุถูกแยกออกจากกันยังคงค่าเดิมทุกคุณสมบัติ

- Take All Representative Value คุณสมบัติประจำตัวต่างๆทุกตัวของวัตถุที่ทำให้โมดูลนี้ทำงานซึ่งอาจเป็นคุณสมบัติที่ถูกกำหนดขึ้นใหม่หลังจากก้อนวัตถุออกจาก Batch Module

- Take Specific Representative Value ระบุคุณสมบัติบางตัวจากคุณสมบัติประจำตัวของวัตถุที่ทำให้โมดูลนี้ทำงานซึ่งอาจเป็นคุณสมบัติที่ถูกกำหนดขึ้นใหม่หลังจากก้อนวัตถุออกจาก Batch Module โดยกำหนดให้คุณสมบัตินั้นติดตัววัตถุมาเพื่อทำการแยก

Attributes Name : เลือกคุณสมบัติให้กับวัตถุจากคุณสมบัติประจำตัวทั้งหมดของวัตถุที่ทำให้โมดูลนี้ทำงาน(อาจไม่ใช่วัตถุดั้งเดิมก็ได้)ให้ติดตัววัตถุไปเมื่อวัตถุถูกแยกในโมดูล Separate

ในแบบจำลองมี Separate Module ด้วยกันทั้งหมด 4 Module ดังตารางที่ 4.10 โดยโมดูล Separate นี้จะมีก็ต่อเมื่อก่อนหน้านี้ได้มีการรวมกันด้วย Batch Module มาก่อน

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลใน Separate Module

ลำดับ	คำสั่ง		
	Name	**Type**	**Member Attributes**
Separate Module 1	Separate 1	Split Existing Batch	Retain Original Entity Value
Separate Module 2	Separate 2	Split Existing Batch	Retain Original Entity Value
Separate Module 3	Separate 3	Split Existing Batch	Retain Original Entity Value
Separate Module 4	Separate 4	Split Existing Batch	Retain Original Entity Value

คำอธิบายเพิ่มเติมตารางที่ 4.10

Separate Module 1,2,3,4 ใช้ประเภทของการแยกวัตถุ(Type)เป็นแบบ Split Existing Batch เนื่องจากต้องการแยกวัตถุที่รวมกันไว้ก่อนหน้านี้ออกจากกันโดยใช้วิธีกำหนดคุณสมบัติให้กับวัตถุ (Member Attributes)เป็นแบบ Retain Original Entity Value เนื่องจากต้องการคงค่าคุณสมบัติเดิมของวัตถุไว้

4.3 ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องได้ทำการเปรียบเทียบจำนวนเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันของโรงงานกับค่าจำนวนเม็ดพลาสติกที่ได้ในแบบจำลอง โดยค่าเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันของโรงงานนั้นได้ทำการหาค่าเฉลี่ยดังนี้

$$\text{เม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ย} = \frac{\text{จำนวนเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันนำมาบวกกัน}}{\text{จำนวนวันที่นำจำนวนเม็ดพลาสติกมาบวกกัน}}$$

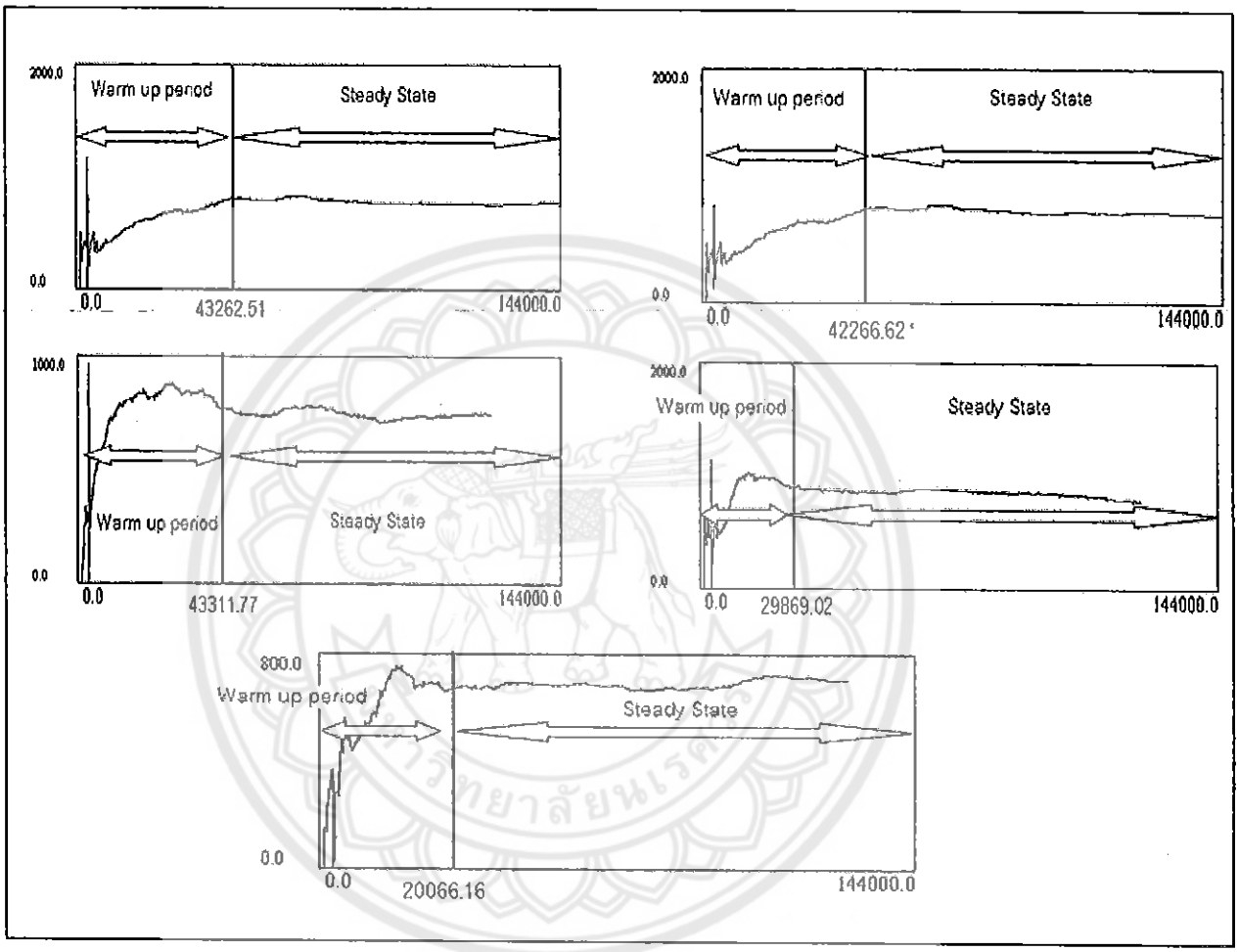
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันของเครื่องหลอมเบอร์ 3 ซึ่งปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ใน 1 วันของเครื่องหลอมเบอร์ 3 มีค่าเท่ากับ 275 กก.ตาราง 4.12 แสดงค่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันของเครื่องหลอมเบอร์ 2 ซึ่งปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ใน 1 วันของเครื่องหลอมเบอร์ 2 มีค่าเท่ากับ 2,000 กก. และตารางที่ 4.13 แสดงปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันของเครื่องหลอมเบอร์ 5 ซึ่งปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ใน 1 วันของเครื่องหลอมเบอร์ 5 มีค่าเท่ากับ 3,625 กก. ซึ่งผลรวมจำนวนเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ทั้งหมดใน 1 วันจึงมีค่าเท่ากับจำนวนเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ของเครื่องหลอมเบอร์ 3+หลอมเบอร์ 2+หลอมเบอร์ 5 ซึ่งเท่ากับ 275 + 2000 + 3625 = 5,900 กก.

ตารางที่ 4.11 แสดงปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ย

วัน/เดือน/ปี	เม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ย (กก.)
1/09/51	5,900
2/09/51	6,925
3/09/51	7,150
4/09/51	9,385
เม็ดพลาสติกที่ผลิตได้ในแต่ละวันเฉลี่ย	7,340

4.3.1 การ Run ผลโปรแกรมและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

Run ผลของโปรแกรมโดยดูที่ช่วง Warm-up Period และ ช่วง Steady stage โดยจะทำการ Run ผลโปรแกรม 5 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลา Warm-up Period ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ ผลการผลิตของโรงงานผลิตได้ไม่คงที่ ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ผลของโปรแกรมในช่วงช่วง Warm-up Period และ ช่วง Steady stage

จากการหาช่วง Warm-up Period ทั้งหมด 5 ค่าสามารถหาค่าเฉลี่ยจำนวนวันได้ดังนี้

หาค่าเฉลี่ยเวลาโดยนำค่าเวลาทั้ง 5 ครั้งมาบวกกัน และหารด้วยจำนวนครั้ง

$$\frac{43262.51+42266.62+43311.77+29869.02+20066.16 \text{ นาที}}{5} = 35755.216 \text{ นาที}$$

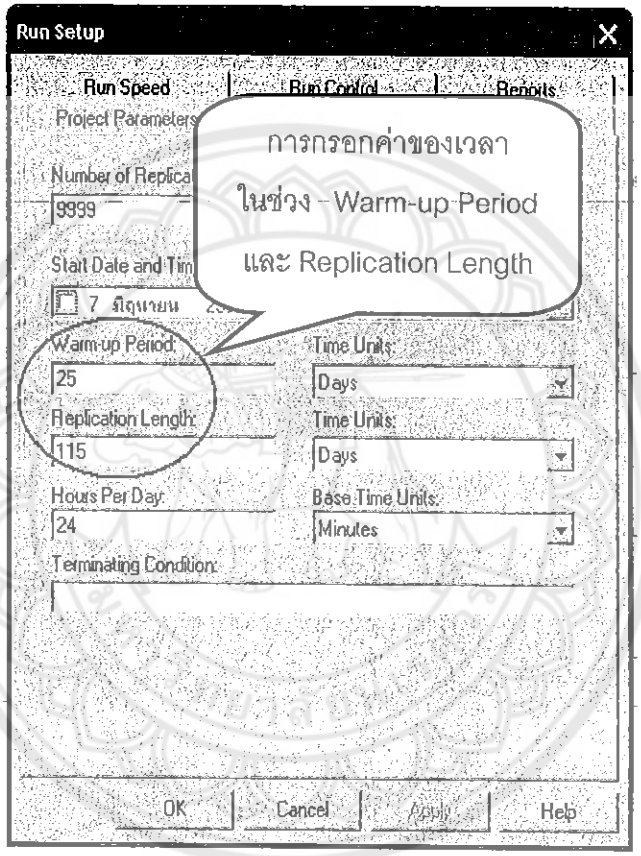
นำค่าเฉลี่ยเวลามาทำเป็นจำนวนชั่วโมง

$$\frac{35755.216}{60} = 595.92 \text{ ชั่วโมง}$$

แปลงจำนวนชั่วโมงให้เป็นจำนวนวัน

$\frac{595.92}{24}$ = 24.83 หรือประมาณ 25 วัน จึงใช้ช่วง Warm-up Period เท่ากับ 25 วัน

ทำการประมวลผลโดยให้เวลาประมวลผลจริงคือ 90 วัน และช่วง Warm-up Period เท่ากับ 25 วัน เนื่องจากการประมวลผลจะตัดเวลาในช่วง Warm-up Period ออกไป ซึ่งเวลาประมวลผลทั้งหมด (Replication Length) คือ 90 + 25 = 115 วัน ดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 การกรอกค่าเวลาเพื่อประมวลผลโปรแกรม

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.20 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	673064.52	11,020.58	626000.00	748500.00

รูปที่ 4.20 รายงานผลลัพธ์วัตถุโมเดลต้นแบบ

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกผลิตได้ใน 1วัน มีค่าเท่ากับ $\frac{673064.52 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 478.49$ กิโลกรัม/วัน

ผลที่ได้จากการ Run ผลโปรแกรม เมื่อนำมาเทียบกับผลของระบบจริงแบบแล้ว มีค่าที่ไม่ใกล้เคียงกับระบบจริง ที่มีค่าของปริมาณเม็ดพลาสติกที่ได้ใน 1 วัน คือ 7,340 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 138.49 กิโลกรัม แต่เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ไม่ให้มีจำนวน Entity เกิน 150 Entity เมื่อทำการรันผลโปรแกรม ดังค่าเวลาในการทำงานดังตารางที่ 4.2 ค่าของจำนวนหน่วยของปริมาณพลาสติกที่เครื่องล้าง 5 ในช่องสุดท้าย ซึ่งจะเห็นได้ว่าในลำดับที่ 1 ปริมาณจริงนั้น มีค่าเท่ากับ 53 จำนวนหน่วยเท่ากับ 0.11 และค่าอื่นๆรวมแล้วค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.32 แต่ในระบบเราให้ค่าเท่ากับ 1 ซึ่งเวลาที่ใช้ก็จะเท่ากับเวลาที่ใช้กับ 1 หน่วยนั่นก็ คือ 500 กิโลกรัม ซึ่งค่าดังกล่าว เป็นค่าที่มากกว่าปริมาณของการใช้น้ำหนักของพลาสติก ในระบบจริง ส่งผลต่อปริมาณเม็ดพลาสติกที่ผลิตออกมาจากแบบจำลองมีความไม่สมจริงกับระบบจงานริงได้

4.3.2 วิเคราะห์ข้อบกพร่องของกระบวนการและทำการปรับปรุงออกแบบ Model ใหม่

ทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องของแบบจำลองต้นแบบว่าเกิดการรอคอยมากที่ใดแล้วจึงทำการปรับปรุงแบบจำลองใหม่ที่เป็นทางเลือก

รายงานผลจากการประมวลผลโปรแกรมจากโมเดลต้นแบบแสดงค่าแถวคอยดังรูปที่ 4.21

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.0649	.33	0.8169	3.9243
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	5.1456	.78	0.6810	11.3843
Batch 2.Queue	94.5289	8.31	51.9969	161.31
Batch 4.Queue	222.25	79.97	48.8074	1046.67
Batch 5.Queue	120.34	2.12	108.25	133.10
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	14.8249	1.19	8.7097	23.8310
Slice Process.Queue	87.5039	9.80	54.3932	167.22
Wait for bake.Queue	67.8577	7.08	26.7561	104.22
Wait for clean@shake.Queue	43.7275	2.53	33.7105	59.4383
Wait for melt@cut.Queue	647.21	86.50	451.00	1602.08

รูปที่ 4.21 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time โมเดลต้นแบบ

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.21 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 14.8249 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 87.5039 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 67.8577 นาที

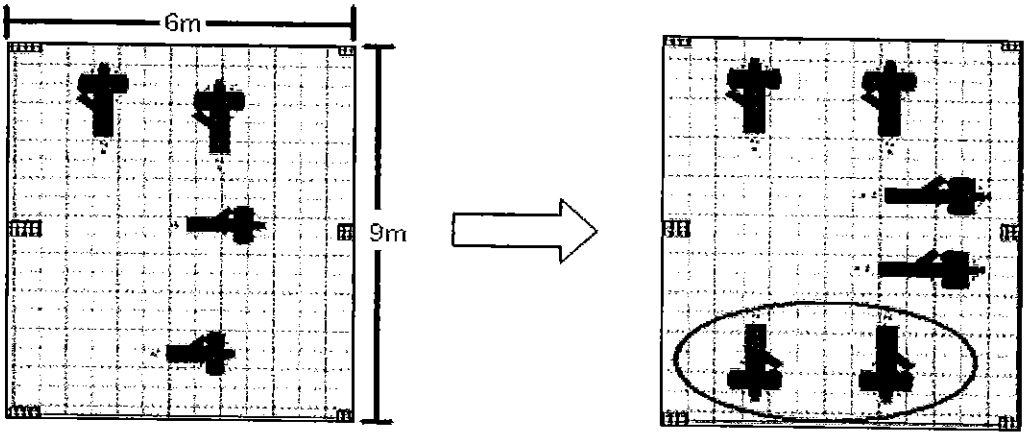
ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean@shake (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 43.7275 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 647.21 นาที

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Model ที่จำลองจากโรงงานจริงแล้วพบว่าเวลารอคอยที่เครื่องหลอม(Wait for melt@cut) เครื่องบดซอย(Slice Process) และ เครื่องอบ (Wait for bake) มีค่ามากพอสมควรจึงได้ทำการปรับเพิ่มจำนวนเครื่องจักร

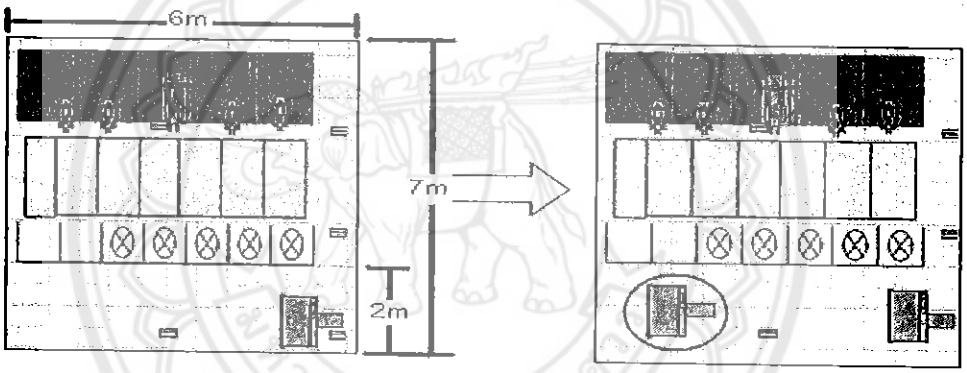
โดยในการปรับเพิ่มเครื่องจักรนี้ได้คำนึงถึงเวลาในการรอคอยของเครื่องจักรความเป็นไปได้ของพื้นที่และผังการไหลในโรงงานประกอบด้วย และได้แสดงความสามารถสูงสุดของการวางเพิ่มเครื่องจักรเข้าไปได้ในแต่ละกระบวนการโดยแสดงใน รูปที่ 4.22 – 4.24 ดังนี้

สามารถเพิ่มจำนวนของเครื่องบดซอยได้ 2 เครื่องในพื้นที่การวางเครื่องบดซอย ดังรูปที่ 4.22



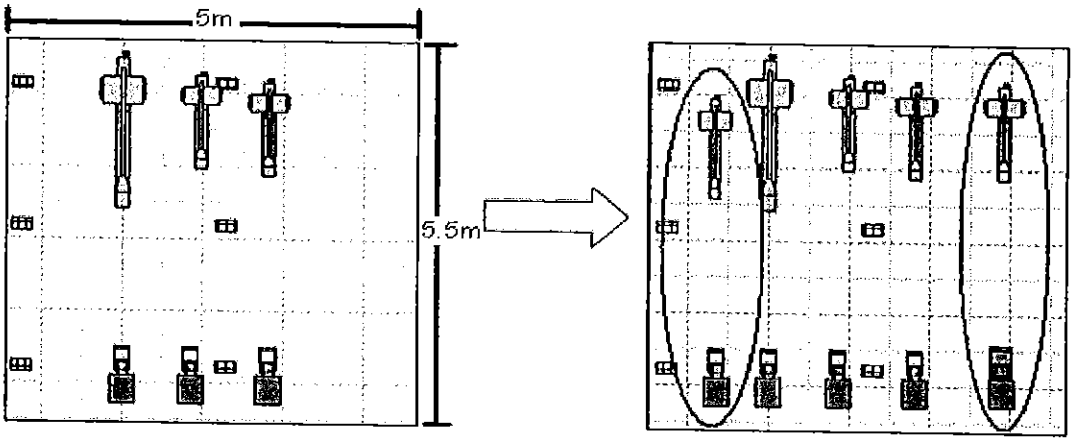
รูปที่ 4.22 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องบดซอย

สามารถเพิ่มจำนวนของเครื่องอบได้ 1 เครื่องในพื้นที่การวางเครื่องอบ ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องอบ

สามารถเพิ่มจำนวนของเครื่องหลอมและตัดเม็ดได้ 2 เครื่องในพื้นที่การวางเครื่องหลอมและตัดเม็ด ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 แสดงความสามารถในการเพิ่มเครื่องจักรของเครื่องหลอมและตัดเม็ด

โดยมีทางเลือกดังต่อไปนี้

ทางเลือกที่

1. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
2. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องบดซอย (Slice Process) 1 เครื่อง
3. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องบดซอย (Slice Process) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
4. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่อง
5. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
6. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่อง
7. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
8. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 1 เครื่อง
9. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
10. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่อง
11. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
12. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่อง
13. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
14. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 1 เครื่อง
15. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง
16. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่อง
17. ทำการปรับปรุงโมเดลต้นแบบโดยการเพิ่มจำนวนเครื่องหลอม(Wait for melt@cut) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย(Slice Process) 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ (bake) 1 เครื่อง

จากทางเลือกในการปรับปรุงทั้ง 17 แบบ เมื่อทำการ Run ผลของโปรแกรมแล้ว สามารถหาค่าของจำนวนเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วันได้ ดังนี้

จำนวนเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน(กิโลกรัม/วัน) = $\frac{\text{ผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม)}}{\text{จำนวนวันที่ทำการ Run ผลโปรแกรม (วัน)}}$

(โดยในการทำโครงงานนี้จะให้จำนวนวันที่ทำการ Run ผลโปรแกรม คือ 90 วัน)

ทางเลือกที่ 1 เพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง แสดงผลดังต่อไปนี้

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.25 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	674354.84	7,411.87	635500.00	727000.00

รูปที่ 4.25 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 1

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{674354.84 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7492.83$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.26 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.2439	.10	0.6878	1.8245
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.3795	.66	0.5783	7.5317
Batch 2.Queue	107.71	5.17	76.2615	139.00
Batch 4.Queue	187.44	23.54	110.93	449.58
Batch 5.Queue	120.41	1.93	109.95	132.57
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	14.8461	1.13	9.6852	24.1673
Slice Process.Queue	90.2219	8.38	44.4592	138.51
Wait for bake.Queue	34.0697	4.34	17.6258	62.1654
Wait for clean@shake.Queue	44.1605	2.21	35.7323	56.4017
Wait for melt@cut.Queue	645.45	49.21	457.49	1010.24

รูปที่ 4.26 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 1

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.26 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 14.8461 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 90.2219นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 34.0697 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 44.1650นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 645.45 นาที

ทางเลือกที่ 2 เพิ่มเครื่องบดซอย 1 เครื่อง แสดงผลดังต่อไปนี้

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	673435.48	8,568.57	609500.00	719000.00

รูปที่ 4.27 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 2

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ 673435.48 กิโลกรัม = 7482.61 กิโลกรัม/วัน

90

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.28 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.7126	.49	0.3788	5.3199
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	3.9522	.88	0.2854	10.0616
Batch 2.Queue	84.3548	7.66	54.2136	138.76
Batch 4.Queue	349.88	131.44	70.3128	1600.11
Batch 5.Queue	119.50	2.56	109.88	135.91
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	25.0401	1.68	17.2299	37.2251
Slice Process.Queue	78.0709	7.06	52.3556	119.84
Wait for bake.Queue	67.8409	7.16	27.6503	121.51
Wait for clean@shake.Queue	43.8268	2.73	31.8314	60.7224
Wait for melt@cut.Queue	638.71	44.61	424.02	977.33

รูปที่ 4.28 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 2

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.28 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 25.0401 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 78.0709 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่า 67.8409 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 43.8268 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 638.71 นาที

ทางเลือกที่ 3 เพิ่มเครื่องบดซอย 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง แสดงผลดังต่อไปนี้

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.29 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	673982.87	9,781.72	614500.00	762000.00

รูปที่ 4.29 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 3

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{673982.87 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7488.69$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.30 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.3815	.32	0.5088	4.6101
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.8032	.84	0.00	9.6554
Batch 2.Queue	102.04	10.11	63.1860	217.86
Batch 4.Queue	183.95	52.68	86.2785	856.64
Batch 5.Queue	120.99	2.72	109.46	138.95
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	23.8436	1.54	14.3052	30.9549
Slice Process.Queue	76.3548	5.98	45.3762	122.77
Wait for bake.Queue	52.9944	7.82	24.3482	108.96
Wait for clean@shake.Queue	43.7089	2.72	32.1671	72.2975
Wait for melt@cut.Queue	619.89	50.19	453.36	1010.30

รูปที่ 4.30 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 3

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.30 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 23.8436 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 76.3548 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 52.9944 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 43.7089 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 619.89นาที

ทางเลือกที่ 4 เพิ่มเครื่องบดซอย 2 เครื่อง แสดงผลดังต่อไปนี้

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.31 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	680725.81	10,001.17	617500.00	731500.00

รูปที่ 4.31 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 4

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{680725.81 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7563.62$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.32 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.8085	.23	0.8798	3.2880
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.7947	.69	2.0391	8.1746
Batch 2.Queue	95.0313	6.50	72.8354	139.48
Batch 4.Queue	159.63	31.65	77.2113	465.30
Batch 5.Queue	118.38	2.26	108.04	135.75
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	30.4851	1.84	16.4620	40.7585
Slice Process.Queue	71.5142	7.06	35.3256	128.35
Wait for bake.Queue	62.1438	5.40	26.7857	93.5267
Wait for clean@shake.Queue	43.4691	2.05	31.2328	53.0928
Wait for melt@cut.Queue	710.50	100.50	451.23	1980.03

รูปที่ 4.32 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 4

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.32 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 30.4851 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 71.5142 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 62.1438 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 43.4691 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 710.50 นาที

ทางเลือกที่ 5 เพิ่มเครื่องบดซอย 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.33 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	678193.55	8,913.35	636500.00	726000.00

รูปที่ 4.33 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 5

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{678193.55 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7535.48$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.34 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.5147	.21	0.7411	3.0580
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.5729	.76	0.5976	8.7429
Batch 2.Queue	109.16	7.77	72.7537	148.13
Batch 4.Queue	195.76	64.42	91.1195	1045.46
Batch 5.Queue	119.80	2.57	108.83	131.70
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	28.3185	1.84	16.4974	39.2148
Slice Process.Queue	69.4483	5.26	44.2495	97.5834
Wait for bake.Queue	42.4744	6.10	18.3164	83.2184
Wait for clean@shake.Queue	45.8203	2.78	30.6174	67.0624
Wait for melt@cut.Queue	634.02	63.72	425.68	1166.70

รูปที่ 4.34 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 5

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.34 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 28.3185 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 69.4483 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 42.4744 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 45.8203 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 634.02 นาที

ทางเลือกที่ 6 เพิ่มเครื่องหลอม1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.35 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	676096.77	10,003.36	615000.00	723500.00

รูปที่ 4.35 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 6

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{676096.77 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7512.18$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.36 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.6303	.51	1.0602	6.5571
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	5.1607	.63	1.1096	8.0722
Batch 2.Queue	90.2279	7.49	54.0312	140.67
Batch 4.Queue	230.05	136.65	95.0569	2144.13
Batch 5.Queue	120.26	2.17	106.97	132.19
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	15.1962	.98	10.4776	21.7088
Slice Process.Queue	89.1599	6.17	53.0025	121.44
Wait for bake.Queue	71.8807	8.00	33.7180	136.05
Wait for clean@shake.Queue	45.3712	2.28	33.5965	60.6484
Wait for melt@cut.Queue	225.32	5.04	204.44	259.78

รูปที่ 4.36 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 6

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.36 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 15.1962 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 89.1599 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 71.8807 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 45.3712 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 225.32 นาที

ทางเลือกที่ 7 เพิ่มเครื่องหลอม1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.37 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	675930.48	10,954.20	622500.00	740000.00

รูปที่ 4.37 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 7

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{675930.48 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7510.33$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.38 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.3289	.26	0.3116	2.9329
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	5.5109	.72	0.4612	10.2150
Batch 2.Queue	108.25	9.47	68.1831	173.89
Batch 4.Queue	139.11	20.09	72.4756	351.97
Batch 5.Queue	119.98	1.94	108.03	130.34
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	14.5834	.87	10.8567	22.1120
Slice Process.Queue	81.8957	6.52	48.0595	139.12
Wait for bake.Queue	53.0982	8.33	22.9718	102.70
Wait for clean@shake.Queue	42.3930	2.67	26.9904	60.3448
Wait for melt@cut.Queue	325.77	20.50	251.83	456.87

รูปที่ 4.38 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 7

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.38 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 14.5834 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 81.8957 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 53.0982 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 42.3930 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 325.77 นาที

ทางเลือกที่ 8 เพิ่มเครื่องหลอม1 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.39 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	673612.90	8,383.92	622000.00	738000.00

รูปที่ 4.39 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 8

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{673612.90 \text{กิโลกรัม}}{90} = 7484.58$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.40 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.5001	.64	0.9940	6.6110
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.4390	.87	0.07063784	10.3136
Batch 2.Queue	84.3923	6.04	51.7330	119.60
Batch 4.Queue	289.35	120.82	70.1315	1473.63
Batch 6.Queue	119.33	2.73	105.59	136.26
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	22.7817	1.53	15.7547	32.4658
Slice Process.Queue	69.5718	8.44	44.4229	131.76
Wait for bake.Queue	66.8256	7.47	32.8704	99.32
Wait for clean@shake.Queue	45.0617	2.19	34.2966	54.2956
Wait for melt@cut.Queue	222.35	4.17	198.96	248.04

รูปที่ 4.40 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 8

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.40 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 22.7817 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 69.5718 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 66.8256 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 45.0617 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 222.35 นาที

ทางเลือกที่ 9 เพิ่มครื่องหลอม 1 เครื่อง เครื่องบดซอย 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.41 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	674580.65	8,718.23	638000.00	726500.00

รูปที่ 4.41 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 9

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{674580.65 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7495.34$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.42 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.4784	.26	0.6497	4.1083
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	5.5585	.56	2.5598	8.6148
Batch 2.Queue	101.54	6.84	59.8213	166.74
Batch 4.Queue	157.72	43.47	82.1533	650.96
Batch 5.Queue	121.41	2.71	102.64	141.26
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	24.1785	1.58	17.6079	33.0441
Slice Process.Queue	80.3218	7.50	54.3366	125.85
Wait for bake.Queue	52.8411	7.64	23.0957	97.1558
Wait for clean@shake.Queue	44.5538	2.35	34.5333	58.5185
Wait for melt@cut.Queue	320.85	10.29	274.20	372.07

รูปที่ 4.42 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 9

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.42 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 24.1785 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 80.3218 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 52.8411 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 44.5538 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 320.85 นาที

ทางเลือกที่ 10 เพิ่มเครื่องหลอม 1 เครื่องและเครื่องบดซอย 2 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.43 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	673951.61	9,246.46	623500.00	736500.00

รูปที่ 4.43 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 10

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{673951.61 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7488.351$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.44 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.6044	.41	0.8472	5.9802
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.8493	.70	1.6652	8.8553
Batch 2.Queue	86.4837	9.55	53.8496	183.47
Batch 4.Queue	222.05	66.34	70.9231	708.97
Batch 5.Queue	118.33	2.29	103.35	132.19
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	28.5951	2.06	18.3287	39.3695
Slice Process.Queue	70.0906	5.61	45.4884	98.6355
Wait for bake.Queue	75.1113	5.96	34.9102	107.52
Wait for clean@shake.Queue	44.7523	2.29	33.8033	59.0027
Wait for melt@cut.Queue	329.40	17.72	270.34	514.31

รูปที่ 4.44 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 10

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.44 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 28.5951 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 70.0906นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 75.1113 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 44.7523 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 329.40 นาที

ทางเลือกที่ 11 เพิ่มเครื่องหลอม 1 เครื่อง เครื่องบดซอย 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.45 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	683758.06	11,353.10	634000.00	778500.00

รูปที่ 4.45 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 11

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{683758.06}{90}$ กิโลกรัม = 7597.31 กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.46 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.6624	.27	0.9266	5.0656
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.1312	.76	0.00	7.2434
Batch 2.Queue	103.19	6.85	74.4323	159.36
Batch 4.Queue	507.39	621.64	75.4085	9617.83
Batch 5.Queue	120.09	2.33	105.23	132.28
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	29.5447	2.01	15.3564	40.9971
Slice Process.Queue	67.9589	5.86	37.3170	100.89
Wait for bake.Queue	44.5206	6.65	21.2984	90.3302
Wait for clean@shake.Queue	46.2170	2.47	34.2296	62.1627
Wait for melt@cut.Queue	227.65	8.77	191.75	311.83

รูปที่ 4.46 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 11

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.46 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 29.5447นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 67.9589 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 44.5206 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 46.2170 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 227.65 นาที

ทางเลือกที่ 12 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.47 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	678658.06	9,641.11	627000.00	716500.00

รูปที่ 4.47 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 12

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ 678658.06 กิโลกรัม = 7540.64 กิโลกรัม/วัน

90

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.48 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.2611	.36	0.9637	4.4234
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.9858	.69	1.8586	9.0262
Batch 2.Queue	92.0934	7.11	65.0239	149.95
Batch 4.Queue	227.13	76.86	66.6561	1005.66
Batch 5.Queue	119.40	2.01	107.60	135.16
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	14.9438	1.01	9.8635	22.1329
Slice Process.Queue	85.3193	7.01	46.1662	122.67
Wait for bake.Queue	73.0044	7.89	39.0417	130.31
Wait for clean@shake.Queue	43.9570	2.56	34.5315	59.5816
Wait for melt@cut Queue	138.49	2.57	121.58	152.54

รูปที่ 4.48 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 12

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.48 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 14.9438 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 85.3193 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 73.0044นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 43.9570 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 138.49 นาที

ทางเลือกที่ 13 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.49 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	679870.97	9,670.67	614500.00	728500.00

รูปที่ 4.49 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 13

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{679870.97 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7554.12$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.50 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.6133	.33	0.7013	4.9584
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.0675	.65	0.8238	8.0640
Batch 2.Queue	101.87	8.04	64.1378	187.01
Batch 4.Queue	325.83	206.83	83.0827	2651.13
Batch 5.Queue	120.57	2.43	103.58	129.97
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	15.1381	1.03	11.5113	24.5600
Slice Process.Queue	95.3243	8.21	59.1902	163.57
Wait for bake.Queue	41.8475	6.68	21.0853	97.7202
Wait for clean@shake.Queue	46.1200	2.36	34.8456	58.2223
Wait for melt@cut.Queue	142.40	2.51	128.14	153.30

รูปที่ 4.50 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 13

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.50 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 15.1381 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 95.3243 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 41.8475 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 46.1200 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 142.40 นาที

ทางเลือกที่ 14 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.51 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	676580.65	9,663.39	614500.00	734000.00

รูปที่ 4.51 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 14

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{676580.65 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7517.56$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.52 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.4968	.52	0.5114	6.4502
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.1778	.75	0.00	7.3628
Batch 2.Queue	97.1961	7.43	50.5894	126.91
Batch 4.Queue	259.80	107.78	91.9601	1672.70
Batch 5.Queue	121.35	1.79	109.42	129.69
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	22.9476	1.67	14.9004	34.1007
Slice Process.Queue	75.6705	0.25	40.9511	134.61
Wait for bake.Queue	70.6803	0.76	25.8979	125.24
Wait for clean@shake.Queue	44.9197	2.80	34.5089	59.6978
Wait for melt@cut.Queue	142.52	2.99	128.68	156.55

รูปที่ 4.52 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 14

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.52 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 22.9476 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 75.6705 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 70.6803 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 44.9197 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 142.52 นาที

ทางเลือกที่ 15 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่อง เครื่องบดซอย 1 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.53 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	675419.35	9,904.31	597500.00	725500.00

รูปที่ 4.53 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 15

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่าปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{675419.35 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7504.65$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.54 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.6823	.29	0.6124	4.1240
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	3.6011	.93	0.00	8.0540
Batch 2.Queue	106.18	9.18	60.1904	168.29
Batch 4.Queue	528.37	496.92	107.44	7592.60
Batch 5.Queue	121.45	2.13	110.93	132.38
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	25.0066	1.45	15.7421	34.6786
Slice Process.Queue	83.3872	6.66	48.7345	125.64
Wait for bake.Queue	45.7150	7.10	18.6086	84.9243
Wait for clean@shake.Queue	45.1202	2.63	34.8767	61.7116
Wait for melt@cut.Queue	143.02	2.60	128.98	156.82

รูปที่ 4.54 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 15

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.54 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 25.0066 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 83.3872 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 45.7150 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 45.1202 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 143.02 นาที

ทางเลือกที่ 16 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องบดซอย 2 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.55 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	677467.74	9,100.19	627500.00	728500.00

รูปที่ 4.55 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 16

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ $\frac{677467.74 \text{ กิโลกรัม}}{90} = 7527.41$ กิโลกรัม/วัน

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.56 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	2.2964	.40	0.6300	5.1447
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	5.0084	.76	0.4944	7.8403
Batch 2.Queue	87.3407	8.32	48.3108	159.52
Batch 4.Queue	237.06	95.74	71.1032	1364.67
Batch 5.Queue	120.90	2.40	108.45	130.31
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	27.3129	1.74	15.2359	37.6221
Slice Process.Queue	65.7907	4.84	38.6028	103.66
Wait for bake.Queue	64.9113	6.58	36.5876	96.2733
Wait for clean@shake.Queue	45.4582	1.88	35.7781	58.8981
Wait for melt@cut.Queue	142.45	4.62	209.59	265.04

รูปที่ 4.56 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 16

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.56 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 27.3129 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 65.7907 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 64.9113

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 45.4582 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 236.83 นาที

ทางเลือกที่ 17 เพิ่มเครื่องหลอม 2 เครื่อง เครื่องบดซอย 2 เครื่องและเพิ่มเครื่องอบ 1 เครื่อง

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.57 จะบอกถึงค่าปริมาณเฉลี่ยที่พลาสติกออกจากระบบ

Output

Output	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Finish Goods	676919.35	8,445.53	618000.00	716000.00

รูปที่ 4.57 รายงานผลลัพธ์วัตถุ Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 17

รายงานผลจากโปรแกรมจากจำนวนพลาสติกในช่วงของ Steady stage time อ่านค่าได้ว่า ปริมาณเม็ดพลาสติกที่ออกมาใน1วัน จึงมีค่าเท่ากับ 676919.35 กิโลกรัม = 7521.32 กิโลกรัม/วัน

90

รายงานผลจากโปรแกรมรูปที่ 4.58 จะบอกถึงค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่พลาสติกใช้ในระบบ

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
bake 01.Queue	1.5130	.23	0.8531	3.8222
bake 03.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
bake silo 02.Queue	4.3545	.63	0.00	6.9634
Batch 2.Queue	105.25	6.24	65.4696	154.28
Batch 4.Queue	228.32	74.79	91.0822	1194.29
Batch 5.Queue	121.27	2.49	109.57	136.51
clean@shake 10.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
clean@shake 5.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
Clean@shake.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 02 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 03 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
melt@cut 05 Process.Queue	0.00	.00	0.00	0.00
mix colour 1 Process.Queue	29.5821	1.62	22.9823	38.6826
Slice Process.Queue	73.4951	7.14	43.3888	118.23
Wait for bake.Queue	42.6811	7.09	22.5442	88.6565
Wait for clean@shake.Queue	44.2912	2.25	35.5902	60.2038
Wait for melt@cut.Queue	145.35	2.65	130.55	159.27

รูปที่ 4.58 รายงานผลลัพธ์แถวคอย Waiting Time Model ใหม่ ที่เป็นทางเลือกที่ 17

จากรายงานผลโปรแกรมรูปที่ 4.58 อ่านค่าได้ดังนี้

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ mix colour (เครื่องผสมสี) มีค่าเท่ากับ 29.5821 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Slice Process (เครื่องบดซอย) มีค่าเท่ากับ 73.4951 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for bake (เครื่องอบ) มีค่าเท่ากับ 42.6811 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for clean (เครื่องล้าง) มีค่าเท่ากับ 44.2912 นาที

ค่าเวลารอคอยเฉลี่ยที่ Wait for melt@cut (เครื่องหลอม) มีค่าเท่ากับ 145.35 นาที

4.4 สรุปผลแบบจำลอง

จากที่ได้ทำการทดลองโมเดลที่ทำการปรับปรุงแล้วสามารถสรุปเป็นตารางแสดงให้เห็นปริมาณเม็ดพลาสติก ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองต้นแบบและเวลาการรอคอย เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองต้นแบบ โดยสามารถหาค่า อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุนได้ดังนี้

อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน = $\frac{\text{จำนวนหน่วยที่เพิ่มขึ้นจากโมเดลต้นแบบ}}{\text{ราคารวมของเครื่องจักร}}$

โดยที่ราคาเครื่องจักรมีดังต่อไปนี้

เครื่องบดซอยราคาเครื่องละ 160,000 บาท เครื่องอบราคาเครื่องละ 150,000 บาท

เครื่องหลอมราคาเครื่องละ 175,000 บาท

จากที่ได้ทำการทดลองโมเดลที่ทำการปรับปรุงแล้วสามารถสรุปเป็นตารางแสดงให้เห็นปริมาณเม็ดพลาสติก ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองต้นแบบ และ อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุนดังแสดงในตารางที่ 4.13 ดังนี้

ตารางที่ 4.12 ปริมาณเม็ดพลาสติกที่เปลี่ยนแปลงจากโมเดลต้นแบบและ อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน

ทางเลือกที่	จำนวนและมูลค่าของเครื่องจักรที่ปรับเพิ่ม (จำนวน)บาท			ราคารวม (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/วัน)	ผลผลิตที่เพิ่มจากโมเดลต้นแบบ (กิโลกรัม)	อัตราส่วนต่อการลงทุน (กิโลกรัม/บาท)
	หลอม	บดซอย	อบ				
ต้นแบบ	-	-	-	-	7,478.49	-	-
1	0	0	(1)150,000	150,000	7,492.83	14.34	0.0000956
2	0	(1)160,000	0	160,000	7,482.61	4.12	0.0000257
3	0	(1)160,000	(1)150,000	310,000	7488.69	10.20	0.0000329
4	0	(2)320,000	0	320,000	7,563.62	85.13	0.000266
5	0	(2)320,000	(1)150,000	470,000	7,535.48	56.99	0.000121
6	(1)175,000	0	0	175,000	7,512.18	33.69	0.000192
7	(1)175,000	0	(1)150,000	325,000	7,510.33	31.84	0.0000975

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) ปริมาณเม็ดพลาสติกที่เปลี่ยนแปลงจากโมเดลต้นแบบและ อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน

ทางเลือกที่	จำนวนและมูลค่าของเครื่องจักรที่ปรับเพิ่ม (จำนวน)บาท			ราคารวม (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/วัน)	ผลผลิตที่เพิ่มจากโมเดลต้นแบบ (กิโลกรัม)	อัตราส่วนต่อการลงทุน (กิโลกรัม/บาท)
	หลอม	บดซอย	อบ				
ต้นแบบ	-	-	-	-	**7,478.49**	-	-
8	(1)175,000	(1)160,000	0	335,000	7,484.58	6.09	0.0000187
9	(1)175,000	(1)160,000	(1)150,000	485,000	7,495.34	16.85	0.0000347
10	(1)175,000	(2)320,000	0	495,000	7,488.35	9.86	0.0000199
11	(1)175,000	(2)320,000	(1)150,000	645,000	7,597.31	118.82	0.000184
12	(2)350,000	0	(1)150,000	500,000	7,540.64	62.15	0.000124
13	(2)350,000	0	(1)150,000	500,000	7,554.12	75.63	0.000151
14	(2)350,000	(1)160,000	0	510,000	7,517.62	39.13	0.0000767
15	(2)350,000	(1)160,000	(1)150,000	660,000	7,504.65	26.16	0.0000396
16	(2)350,000	(2)320,000	0	670,000	7,527.41	48.92	0.0000730
17	(2)350,000	(2)320,000	(1)150,000	820,000	7,521.36	42.87	0.0000522

จากการทดลองโมเดลที่ทำการปรับปรุงทั้ง 17 ทางเลือกแล้ว สามารถสรุปให้เห็นปริมาณเม็ดพลาสติก ที่เพิ่มขึ้นจากแบบจำลองต้นแบบ และ อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน

โดยที่การพิจารณาทางเลือกในการปรับปรุงที่ดีที่สุดนั้น จะพิจารณาจากอัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน เนื่องจากอัตราส่วนต่อการลงทุนเป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้เงินลงทุนในแต่ละบาทจะสามารถทำให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็นกี่กิโลกรัม จึงเลือกทางเลือกที่มีอัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุนมากที่สุด 3 ลำดับ คือ ผลของแบบจำลองทางเลือกที่ 4 ผลของแบบจำลองทางเลือกที่ 6 และ ผลของแบบจำลองทางเลือกที่ 11 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.14 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบอัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุน ของทางเลือกในการปรับปรุงที่เหมาะสม

ทางเลือกที่	จำนวนและมูลค่าของเครื่องจักรที่ปรับเพิ่ม (จำนวน)บาท			ราคารวม (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม/วัน)	ผลผลิตที่เพิ่มจากโมเดลต้นแบบ (กิโลกรัม)	อัตราส่วนต่อการลงทุน (กิโลกรัม/บาท)
	หลอม	บดซอย	อบ				
ต้นแบบ	-	-	-	-	5525.98	-	-
4	0	(2)320,000	0	320,000	7,563.62	85.13	0.000266
6	(1)175,000	0	0	175,000	7,512.18	33.69	0.000193
11	(1)175,000	(2)320,000	(1)150,000	645,000	7,597.31	118.82	0.000184

จากการทดลองผลของทางเลือกที่ดีที่สุด 3 ลำดับนั้น จะพบว่าทางเลือกที่ 4 เป็นผลของทางเลือกที่ดีที่สุด โดยทางเลือกที่ 4 มีผลผลิตที่เพิ่มจากโมเดลต้นแบบเพียง 85.13 กิโลกรัม ซึ่งน้อยกว่าทางเลือกที่ 11 ที่มีผลผลิตที่เพิ่มจากโมเดลต้นแบบมากที่สุด คือ 118.82 กิโลกรัม เป็นเพราะว่าเมื่อใช้ค่าของอัตราส่วนต่อการลงทุนมาพิจารณาแล้วพบว่าทางเลือกที่ 4 มีค่าของอัตราส่วนต่อการลงทุนที่มากกว่า เนื่องจากทางเลือกที่ 4 เป็นทางเลือกที่เพิ่มเครื่องบดซอยเพียง 2 เครื่อง จึงใช้ค่าใช้จ่ายน้อยกว่าทางเลือกที่ 11 ที่ต้องเพิ่มเครื่องหลอม 1 เครื่อง เครื่องบดซอย 2 เครื่องและเครื่องอบอีก 1 เครื่อง

หากว่าพิจารณาจากเวลาในการรอคอยของเครื่องจักรแล้วจะพบว่า ผลผลิตที่ได้กับเวลารอคอยนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งตามปกติแล้วเมื่อเพิ่มเครื่องแล้วผลผลิตที่ได้จะมีมากขึ้น และในทางกลับกันก็จะทำให้เวลาการรอคอยของเครื่องจักรลดลงด้วย ดังตารางที่ 4.15

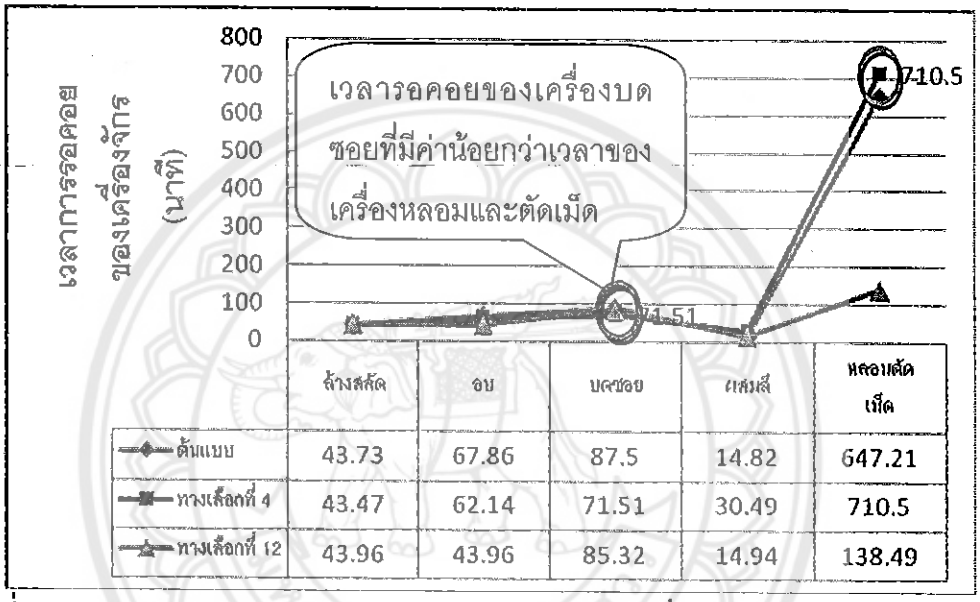
ตารางที่ 4.14 ค่าเวลาการรอคอยของทุกกระบวนการผลิต

ทางเลือกที่	เวลารอคอยของในแต่ละกระบวนการผลิต(นาที)					
	ล้าง+สลัด	อบ	บดซอย	ผสมสี	หลอม+ตัดเม็ด	รวม
ต้นแบบ	43.73	67.86	87.5	14.82	647.21	**861.12**
1	44.16	34.07	90.22	14.85	645.45	**828.75**
2	43.83	67.84	73.07	25.04	638.71	**853.49**
3	45.01	38.74	76.25	24.39	645.92	**830.31**
4	43.47	62.14	71.51	30.49	710.5	**918.11**
5	45.82	42.47	69.45	28.32	643.02	**829.08**
6	45.37	71.88	89.16	15.2	225.32	**446.93**
7	44.53	41.63	87.76	14.7	217.4	**406.02**
8	45.06	66.83	69.57	22.78	222.35	**426.59**
9	45.9	41.98	49.48	23.95	223.31	**384.63**
10	48.26	66.27	75.67	30.37	224.1	**444.67**
11	46.22	44.52	67.96	29.54	227.66	**415.89**
12	43.96	43.96	85.32	14.94	138.49	**355.71**
13	46.12	41.85	95.32	15.14	142.4	**340.83**
14	44.92	70.68	75.67	22.95	142.52	**356.74**
15	45.12	45.72	83.39	25.01	143.02	**342.25**
16	45.45	64.91	66.79	27.31	142.45	**345.34**
17	44.29	42.68	73.5	29.58	145.35	**335.4**

คือ เพิ่มเครื่องจักร 1 เครื่อง

คือ เพิ่มเครื่องจักร 2 เครื่อง

จากตารางค่าเวลาการรอคอยของในแต่ละกระบวนการผลิต สามารถสรุปได้ว่าในการเลือกทางเลือกที่ 4 ให้เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดนั้น เป็นเพราะมีค่าของอัตราส่วนต่อการลงทุนมากที่สุด และอีกส่วนนึงนั้นมาจากทางเลือกที่ 4 เป็นทางเลือกในการปรับปรุงที่เพิ่มเครื่องบดซอยที่ใช้เวลาในการทำงานมากถึง 2 เครื่อง แต่เมื่อดูที่เวลาการรอคอยของเครื่องจักรในตารางที่ 4.15 จะพบว่าเมื่อปรับเพิ่มเครื่องบดซอยในทางเลือกที่ 4 เวลาในการรอคอยของเครื่องบดซอยก็ยังมีน้อยกว่าเวลาในการรอคอยของเครื่องหลอมและตัดเม็ดในทางเลือกที่ 12 ที่มีการเพิ่มเครื่องจักร 2 เครื่องเช่นเดียวกัน แสดงในผลการเปรียบเทียบเวลาการรอคอยของทางเลือกที่ 4 และ 12 ดังรูปที่ 4.59



	ล้างสลัด	อบ	บดซอย	ผสมสี	หลอมตัดเม็ด
ต้นแบบ	43.73	67.86	87.5	14.82	647.21
ทางเลือกที่ 4	43.47	62.14	71.51	30.49	710.5
ทางเลือกที่ 12	43.96	43.96	85.32	14.94	138.49

รูปที่ 4.59 แสดงการเปรียบเทียบเวลาการรอคอยของทางเลือกที่ 4 และ 12 กับ Model ต้นแบบ

จากรูปจะเห็นเวลาการรอคอยของเครื่องจักรในทุกกระบวนการผลิต ซึ่งตามปกติแล้วการที่ปรับเพิ่มเครื่องจักรนั้น ยิ่งปรับเพิ่มเครื่องจักรที่มีเวลาในการรอคอยมากโดยเฉพาะที่เครื่องหลอมและตัดเม็ด ก็จะทำให้เวลาการรอคอยก็จะยิ่งลดน้อยลง แต่ในการบวนการผลิตที่ได้ทำการศึกษานี้ ได้มีการปรับขนาดของ Entity ให้เหมาะสมกับข้อจำกัดของ Model นั้นก็อาจส่งผลให้ผลผลิตที่ได้กับเวลาในการรอคอยไม่สัมพันธ์กัน เพราะว่ามีการปรับให้ 1 Entity มีค่าเท่ากับ 500 กิโลกรัมทำให้ Model ที่ได้ไม่มีความสมจริง และเวลาในการทำงานของแต่ละกระบวนการไม่เท่ากันจึงส่งผลให้การปรับเพิ่มเครื่องจักรแล้วได้เวลาในการทำงานไม่เป็นปกติ ดังค่าของเวลาเฉลี่ยของแต่ละกระบวนการ ดังนี้

กระบวนการล้าง และสลัดใช้เวลาในการทำงาน 0.167 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม

กระบวนการอบใช้เวลาในการทำงาน 0.112 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม

กระบวนการบดซอยใช้เวลาในการทำงาน 0.403 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม

กระบวนการผสมสีใช้เวลาในการทำงาน 0.080 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม

กระบวนการหลอม และตัดเม็ดใช้เวลาในการทำงาน 0.660 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม

เหตุที่เมื่อเพิ่มเครื่องหลอมและตัดเม็ด 2 เครื่องดังทางเลือกที่ 12 ที่มีเวลาการรอคอยของเครื่องจักรมากที่สุดแล้วยังไม่ได้ผลผลิตที่ดีที่สุดนั้น เป็นเพราะว่าข้อจำกัดของพื้นที่ของโรงงานในการวางเครื่องจักรที่สามารถวางได้มากที่สุดเพียง 2 เครื่อง และกระบวนการหลอมและตัดเม็ดใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดถึง 0.66 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม หมายความว่าในการผลิตเม็ดพลาสติก 1 กิโลกรัม จะใช้เวลา 0.66 นาที จึงทำให้การเพิ่มเครื่องบดซอยในทางเลือกที่ 4 นั้นให้ผลผลิตที่ดีกว่า เพราะใช้เวลาในการทำงานกระบวนการบดซอยใช้เวลาในการทำงานเพียง 0.403 นาทีต่อ 1 กิโลกรัม เพราะฉะนั้นทางเลือกที่ 4 จึงเป็นแบบจำลองทางเลือกที่ดีที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้ได้ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานและเวลาการทำงานของเครื่องจักรของโรงงานไทยรุ่งเรืองอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด โดยนำข้อมูลมาใช้ในแบบจำลอง ทำการหารูปแบบการกระจายจากนั้นทำการสร้าง Module ย่อยของกระบวนการทั้ง 5 กระบวนการซึ่งก็ได้แก่ กระบวนการล้าง+สลัด กระบวนการอบ กระบวนการบดซอย กระบวนการผสมสี และกระบวนการหลอม+ตัดเม็ด เมื่อสร้าง Module ย่อยเสร็จแล้ว จะได้ Module ทั้งหมด 27 Module จากนั้นทำการเชื่อม Module ย่อยเข้าด้วยกัน โดยปรับเทียบอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปใช้ในแบบจำลองให้ค่าของ Entity 1 หน่วย มีค่าเท่ากับน้ำหนัก 500 กิโลกรัม

จากการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยเทียบผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองสถานการณ์กับค่าผลผลิตของโรงงานจริงพบว่า เมื่อทำการ Run ผลของโปรแกรมแล้ว มีค่าของผลผลิตที่ใกล้เคียงกันคือ ผลผลิตที่ได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 7,478.49 กิโลกรัม/วัน และผลผลิตจริงที่โรงงานผลิตได้มีค่าเท่ากับ 7,340 กิโลกรัม/วัน จึงสามารถนำแบบจำลองนี้ไปปรับใช้ในระบบจริงได้

ผลการวิเคราะห์ผลพบว่ามีเวลาการรอคอยมากที่สุด 3 จุด คือที่เครื่องหลอม+ตัดเม็ด มีเวลารอคอย 647.21 นาที เครื่องบดซอย มีเวลารอคอย 87.50 นาที เครื่องอบ มีเวลารอคอย 67.85 นาที ทำการพิจารณาหาทางเลือกในการปรับปรุงรูปแบบของการเพิ่มเครื่องจักรในแบบจำลอง โดยดูที่ความเป็นไปได้ของพื้นที่ในโรงงานที่จะสามารถวางเพิ่มเติมเครื่องจักรได้ ทำให้ได้ทางเลือกในการทดสอบทั้งหมด 17 ทางเลือก เมื่อเปรียบเทียบแล้วได้ผลว่า การปรับเพิ่มเครื่องบดซอยจำนวน 2 เครื่องซึ่งเป็นทางเลือกในการปรับปรุงแบบจำลองที่ 4 เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าอัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุนมากที่สุดเมื่อเทียบกับทางเลือกอื่นคือ 0.000266 กิโลกรัม/บาท

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในเรื่องของเวลาในการรอคอยแล้ว การเพิ่มเครื่องเครื่องหลอม+ตัดเม็ด ที่ใช้เวลาในการรอคอยมากที่สุดนั้น ไม่ทำให้อัตราส่วนของผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการลงทุนมีค่ามากที่สุดเพราะ การปรับเพิ่มเครื่องจักรในแบบจำลองที่ 4 ที่ปรับเพิ่มเครื่องจักรที่มีราคา 320,000 บาท ซึ่งมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการปรับเพิ่มเครื่องจักรในทางเลือกที่ 11 ที่มีราคาเครื่องจักร 645,000 บาท

5.2 ปัญหาที่พบ

ในการปรับเทียบอัตราส่วนจำเป็นต้องทำการปรับเทียบอัตราส่วนในหลายๆค่าเพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมและไม่ทำให้แบบจำลองเกิดการ error และ โครงงานที่ได้ทำการศึกษานี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์ ในโปรแกรมที่เป็น Demo Version ที่มีการปรับเทียบอัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปใช้ในแบบจำลอง เพื่อไม่ให้จำนวนของ Entity ในแบบจำลองเกิน 150 หน่วย ตามข้อกำหนดของโปรแกรม จึงทำให้ไม่สามรถนำแบบจำลองไปใช้กับระบบจริงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ถ้าเป็นไปได้ควรใช้โปรแกรมที่เป็นของจริง เพราะจะทำให้ลดปัญหาในด้านของการปรับเทียบอัตราส่วน เนื่องจากโปรแกรมที่เป็นของจริงนั้นไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของ จำนวน Entity ที่อยู่ใน Model ทำให้สามารถใส่ค่าของเวลาที่ใช้ในการผลิตของเครื่องจักรต่อน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ที่เหมือนกับสภาพการผลิตจริงในโรงงานได้ จึงส่งผลให้ผลของการ Run โปรแกรมมีความสมจริงระหว่างแบบจำลองกับระบบจริง มากขึ้น และสามารถที่จะนำไปใช้ได้จริงกับกระบวนการผลิตของโรงงาน

เอกสารอ้างอิง

ดร. รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ. (2551). **คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena.**กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น

ศิษฎา สิมารักษ์. **เอกสารประกอบการสอนวิชาการศึกษาการปฏิบัติงาน(Industrial Work Study).** พิษณุโลก:ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ก.

เวลาการทำงานของเครื่องจักร

ตารางที่ ข.1 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 5

ลำดับ	เครื่องล้าง5				ลำดับ	เครื่องล้าง5			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวน หน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวน หน่วย
1	53	30	0.57	0.26	26	154	30	0.19	0.77
2	60	20	0.33	0.3	27	152	35	0.23	0.76
3	57	30	0.53	0.285	28	140	30	0.21	0.7
4	56	35	0.63	0.28	29	95	30	0.32	0.47
5	58	30	0.52	0.29	30	154	40	0.26	0.77
6	47	25	0.53	0.23	31	153	35	0.23	0.76
7	103	25	0.24	0.51	32	158	30	0.19	0.79
8	104	25	0.24	0.52	33	155	40	0.26	0.77
9	104	30	0.29	0.52	34	156	30	0.19	0.78
10	103	30	0.29	0.51	35	57	30	0.53	0.28
11	103	30	0.29	0.51	36	60	20	0.33	0.3
12	104	30	0.29	0.52	37	48	30	0.63	0.24
13	103	25	0.24	0.51	38	165	35	0.21	0.82
14	64	25	0.39	0.32	39	195	45	0.23	0.97
15	64	25	0.39	0.32	40	195	30	0.15	0.97
16	64	25	0.39	0.32	41	135	35	0.26	0.67
17	64	25	0.39	0.32	42	137	35	0.26	0.68
18	63	25	0.4	0.31	43	150	30	0.2	0.75
19	117	20	0.17	0.58	44	156	30	0.19	0.78
20	117	25	0.21	0.58	45	157	35	0.22	0.78
21	117	20	0.17	0.58	46	158	25	0.16	0.79
22	117	25	0.21	0.58	47	167	35	0.21	0.83
23	117	20	0.17	0.58	48	168	35	0.21	0.84
24	117	25	0.21	0.58	49	167	25	0.15	0.83
25	50	30	0.6	0.25	50	160	25	0.16	0.8

ตารางที่ ข.2 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 5

ลำดับ	เครื่องล้าง5				ลำดับ	เครื่องล้าง5			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวน หน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวน หน่วย
51	150	40	0.27	0.75	76	218	20	0.09	1.09
52	168	40	0.24	0.84	77	218	30	0.14	1.09
53	167	40	0.24	0.83	78	218	30	0.14	1.09
54	168	50	0.3	0.84	79	218	25	0.11	1.09
55	169	40	0.24	0.84	80	218.2	30	0.14	1.09
56	168	35	0.21	0.84	81	218	25	0.11	1.09
57	168	30	0.18	0.84	82	218	25	0.11	1.09
58	169	35	0.21	0.84	83	165	20	0.12	0.82
59	168	50	0.3	0.84	84	170	20	0.12	0.85
60	167	25	0.15	0.83	85	269.18	15	0.06	1.34
61	167	40	0.24	0.83	86	269.18	20	0.07	1.34
62	167	45	0.27	0.83	87	269.18	45	0.17	1.34
63	166	45	0.27	0.83	88	269.18	30	0.11	1.34
64	153	45	0.29	0.76	89	269.18	40	0.15	1.34
65	120	20	0.17	0.6	90	269.18	20	0.07	1.34
66	159	45	0.28	0.79	91	269.18	50	0.19	1.34
67	157	45	0.29	0.78	92	269.18	60	0.22	1.34
68	159	60	0.38	0.79	93	269.18	40	0.15	1.34
69	158	50	0.32	0.79	94	269.18	50	0.19	1.34
70	217	45	0.21	1.08	95	269.18	40	0.15	1.34
71	217	45	0.21	1.08	96	189	25	0.13	0.94
72	217	55	0.25	1.08	97	188	35	0.19	0.94
73	217	50	0.23	1.08	98	178	40	0.22	0.89
74	216	30	0.14	1.08	99	180	30	0.17	0.9
75	216	30	0.14	1.08	100	180	30	0.17	0.9

ตารางที่ ข.3 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 10

ลำดับ	เครื่องล้าง 10				ลำดับ	เครื่องล้าง 10			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	460	55	0.12	0.92	26	220	45	0.20	0.44
2	470	45	0.10	0.94	27	675	30	0.04	1.35
3	470	45	0.10	0.94	28	480	35	0.07	0.96
4	480	40	0.08	0.96	29	220	45	0.20	0.44
5	460	35	0.08	0.92	30	480	55	0.11	0.96
6	450	35	0.08	0.90	31	470	50	0.11	0.94
7	500	45	0.09	1.00	32	490	45	0.09	0.98
8	559	55	0.10	1.12	33	438.40	25	0.06	0.88
9	466	45	0.10	0.93	34	490	35	0.07	0.98
10	290	35	0.12	0.58	35	450	40	0.09	0.90
11	460	40	0.09	0.92	36	480	45	0.09	0.96
12	580	35	0.06	1.16	37	470	45	0.10	0.94
13	580	35	0.06	1.16	38	480	50	0.10	0.96
14	450	45	0.10	0.90	39	400	40	0.10	0.80
15	824	40	0.05	1.65	40	490	40	0.08	0.98
16	825	40	0.05	1.65	41	480	40	0.08	0.96
17	507	40	0.08	1.01	42	545	45	0.08	1.09
18	507	45	0.09	1.01	43	543.40	40	0.07	1.09
19	692	65	0.09	1.38	44	544	45	0.08	1.09
20	629	45	0.07	1.26	45	480	40	0.08	0.96
21	629	45	0.07	1.26	46	490	30	0.06	0.98
22	466	40	0.09	0.93	47	470	45	0.10	0.94
23	560	45	0.08	1.12	48	520	40	0.08	1.04
24	561	45	0.08	1.12	49	610	35	0.06	1.22
25	460	35	0.08	0.92	50	420	55	0.13	0.84

ตารางที่ ข.4 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 10

ลำดับ	เครื่องล้าง 10				ลำดับ	เครื่องล้าง 10			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	430	40	0.09	0.86	**76**	386	45	0.12	0.77
52	500	35	0.07	1.00	**77**	511	40	0.08	1.02
53	532	40	0.08	1.06	**78**	580	35	0.06	1.16
54	440	40	0.09	0.88	**79**	520	45	0.09	1.04
55	490	35	0.07	0.98	**80**	470	40	0.09	0.94
56	530	30	0.06	1.06	**81**	450	45	0.10	0.90
57	300	45	0.15	0.60	**82**	480	60	0.13	0.96
58	557	35	0.06	1.11	**83**	490	45	0.09	0.98
59	559.8	40	0.07	1.12	**84**	460	40	0.09	0.92
60	460.9	40	0.09	0.92	**85**	470	45	0.10	0.94
61	460.9	45	0.10	0.92	**86**	450	40	0.09	0.90
62	310	45	0.15	0.62	**87**	340	40	0.12	0.68
63	345	40	0.12	0.69	**88**	543	20	0.04	1.09
64	607	45	0.07	1.21	**89**	512	30	0.06	1.02
65	300	30	0.10	0.60	**90**	498	180	0.36	1.00
66	300	30	0.10	0.60	**91**	550	40	0.07	1.10
67	320	45	0.14	0.64	**92**	485	80	0.16	0.97
68	330	40	0.12	0.66	**93**	500	20	0.04	1.00
69	350	40	0.11	0.70	**94**	545	30	0.06	1.09
70	300	45	0.15	0.60	**95**	550	40	0.07	1.10
71	290	40	0.14	0.58	**96**	558	40	0.07	1.12
72	300	30	0.10	0.60	**97**	575	40	0.07	1.15
73	300	30	0.10	0.60	**98**	564	40	0.07	1.13
74	260	60	0.23	0.52	**99**	545	30	0.06	1.09
75	570.40	40	0.07	1.14	**100**	563	40	0.07	1.13

ตารางที่ ข.5 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 1,4

ลำดับ	เครื่องล้าง 1,4				ลำดับ	เครื่องล้าง 1,4			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	172	30	0.17	0.34	26	154	35	0.23	0.31
2	172	25	0.15	0.34	27	175	35	0.20	0.35
3	169	15	0.09	0.34	28	175	30	0.17	0.35
4	168	15	0.09	0.34	29	161	25	0.16	0.32
5	169	30	0.18	0.34	30	161	25	0.16	0.32
6	167	25	0.15	0.33	31	160	15	0.09	0.32
7	168	25	0.15	0.34	32	160	15	0.09	0.32
8	170	25	0.15	0.34	33	160.4	25	0.16	0.32
9	165	25	0.15	0.33	34	160	15	0.09	0.32
10	165	20	0.12	0.33	35	160	15	0.09	0.32
11	165	20	0.12	0.33	36	192	30	0.16	0.38
12	165	30	0.18	0.33	37	192	30	0.16	0.38
13	165	20	0.12	0.33	38	192	30	0.16	0.38
14	165	25	0.15	0.33	39	191	30	0.16	0.38
15	165	30	0.18	0.33	40	191	25	0.13	0.38
16	165	35	0.21	0.33	41	169	25	0.15	0.34
17	165	50	0.30	0.33	42	168	25	0.15	0.34
18	165	35	0.21	0.33	43	164	25	0.15	0.33
19	165	35	0.21	0.33	44	165	20	0.12	0.33
20	320	25	0.08	0.64	45	164	20	0.12	0.33
21	50	20	0.40	0.10	46	168	25	0.15	0.34
22	50	35	0.70	0.10	47	160	35	0.22	0.32
23	50	20	0.40	0.10	48	168	20	0.12	0.34
24	149	25	0.17	0.30	49	169	30	0.18	0.34
25	153	45	0.29	0.31	50	167	30	0.18	0.33

ตารางที่ ข.6 เวลาการทำงานเครื่องล้าง 1,4

ลำดับ	เครื่องล้าง 1,4				ลำดับ	เครื่องล้าง 1,4			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	165	45	0.27	0.33	76	218	20	0.09	0.44
52	165	30	0.18	0.33	77	218	30	0.14	0.44
53	164	25	0.15	0.33	78	218	30	0.14	0.44
54	170	25	0.15	0.34	79	218	25	0.11	0.44
55	174	30	0.17	0.35	80	218.2	30	0.14	0.44
56	173	20	0.12	0.35	81	218	25	0.11	0.44
57	173	30	0.17	0.35	82	218	25	0.11	0.44
58	173	35	0.20	0.35	83	165	20	0.12	0.33
59	175	30	0.17	0.35	84	170	20	0.12	0.34
60	172	25	0.15	0.34	85	269.18	15	0.06	0.54
61	165	20	0.12	0.33	86	269.18	20	0.07	0.54
62	165	25	0.15	0.33	87	269.18	45	0.17	0.54
63	165	25	0.15	0.33	88	269.18	30	0.11	0.54
64	165	30	0.18	0.33	89	269.18	40	0.15	0.54
65	165	25	0.15	0.33	90	269.18	20	0.07	0.54
66	165	25	0.15	0.33	91	269.18	50	0.19	0.54
67	210	25	0.12	0.42	92	269.18	60	0.22	0.54
68	180	25	0.14	0.36	93	269.18	40	0.15	0.54
69	226	25	0.11	0.45	94	269.18	50	0.19	0.54
70	226	25	0.11	0.45	95	269.18	40	0.15	0.54
71	226.4	30	0.13	0.45	96	189	25	0.13	0.38
72	226	25	0.11	0.45	97	188	35	0.19	0.38
73	227	35	0.15	0.45	98	178	40	0.22	0.36
74	179	45	0.25	0.36	99	180	30	0.17	0.36
75	195	30	0.15	0.39	100	180	30	0.17	0.36

ตารางที่ ข.7 เวลาการทำงานเครื่องอบ 1

ลำดับ	เครื่องอบ 1				ลำดับ	เครื่องอบ 1			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	1100	65	0.06	2.20	26	720	60	0.08	1.44
2	455	55	0.12	0.91	27	780	95	0.12	1.56
3	960	40	0.04	1.92	28	120	60	0.50	0.24
4	1021	80	0.08	2.04	29	765	50	0.07	1.53
5	609	50	0.08	1.22	30	410	45	0.11	0.82
6	585	55	0.09	1.17	31	284	70	0.25	0.57
7	580	65	0.11	1.16	32	348	70	0.20	0.70
8	1143	70	0.06	2.29	33	390	95	0.24	0.78
9	920	70	0.08	1.84	34	374	60	0.16	0.75
10	769	120	0.16	1.54	35	399	100	0.25	0.80
11	720	50	0.07	1.44	36	440	80	0.18	0.88
12	699	55	0.08	1.40	37	600	65	0.11	1.20
13	413	60	0.15	0.83	38	470	60	0.13	0.94
14	1076	80	0.07	2.15	39	462	60	0.13	0.92
15	1120	60	0.05	2.24	40	355	60	0.17	0.71
16	1068	115	0.11	2.14	41	480	40	0.08	0.96
17	1020	60	0.06	2.04	42	1040	80	0.08	2.08
18	928	55	0.06	1.86	43	817	135	0.17	1.63
19	1180	50	0.04	2.36	44	1260	60	0.05	2.52
20	944	65	0.07	1.89	45	900	80	0.09	1.80
21	506	65	0.13	1.01	46	526	105	0.20	1.05
22	559	105	0.19	1.12	47	550	165	0.30	1.10
23	665	70	0.11	1.33	48	1080	70	0.06	2.16
24	618	85	0.14	1.24	49	721	80	0.11	1.44
25	729	90	0.12	1.46	50	420	105	0.25	0.84

ตารางที่ ข.8 เวลาการทำงานเครื่องอบ 1

ลำดับ	เครื่องอบ 1				ลำดับ	เครื่องอบ 1			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	670	145	0.22	1.34	**76**	861	75	0.09	1.72
52	920	75	0.08	1.84	**77**	1050	80	0.08	2.10
53	553	95	0.17	1.11	**78**	900	80	0.09	1.80
54	1040	75	0.07	2.08	**79**	878	100	0.11	1.76
55	892	85	0.10	1.78	**80**	485	70	0.14	0.97
56	642	65	0.10	1.28	**81**	569	60	0.11	1.14
57	900	60	0.07	1.80	**82**	616	70	0.11	1.23
58	580	130	0.22	1.16	**83**	800	80	0.10	1.60
59	840	70	0.08	1.68	**84**	807	70	0.09	1.61
60	575	60	0.10	1.15	**85**	1320	105	0.08	2.64
61	380	50	0.13	0.76	**86**	1045	115	0.11	2.09
62	689	75	0.11	1.38	**87**	800	115	0.14	1.60
63	1080	70	0.06	2.16	**88**	877	75	0.09	1.75
64	702	105	0.15	1.40	**89**	1240	105	0.08	2.48
65	900	65	0.07	1.80	**90**	1118	170	0.15	2.24
66	697	60	0.09	1.39	**91**	817	90	0.11	1.63
67	582	80	0.14	1.16	**92**	630	85	0.13	1.26
68	1120	75	0.07	2.24	**93**	120	65	0.54	0.24
69	855	90	0.11	1.71	**94**	1055	90	0.09	2.11
70	1120	95	0.08	2.24	**95**	534	90	0.17	1.07
71	860	65	0.08	1.72	**96**	590	70	0.12	1.18
72	851	60	0.07	1.70	**97**	987	90	0.09	1.97
73	840	50	0.06	1.68	**98**	1200	70	0.06	2.40
74	878	75	0.09	1.76	**99**	1182	90	0.08	2.36
75	760	70	0.09	1.52	**100**	840	75	0.09	1.68

ตารางที่ ข.9 เวลาการทำงานเครื่องอบ 3

ลำดับ	เครื่องอบ 3				ลำดับ	เครื่องอบ 3			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	477	65	0.14	0.95	26	220	45	0.20	0.44
2	600	70.00	0.12	1.20	27	675	30	0.04	1.35
3	330	130.00	0.39	0.66	28	480	35	0.07	0.96
4	760	60.00	0.08	1.52	29	220	45	0.20	0.44
5	488	60.00	0.12	0.98	30	480	55	0.11	0.96
6	640	50	0.08	1.28	31	470	50	0.11	0.94
7	442	75.00	0.17	0.88	32	490	45	0.09	0.98
8	700	60.00	0.09	1.40	33	438.40	25	0.06	0.88
9	441	60.00	0.14	0.88	34	490	35	0.07	0.98
10	600	65.00	0.11	1.20	35	450	40	0.09	0.90
11	350	60.00	0.17	0.70	36	480	45	0.09	0.96
12	237	95.00	0.40	0.47	37	470	45	0.10	0.94
13	569	80.00	0.14	1.14	38	480	50	0.10	0.96
14	760	75.00	0.10	1.52	39	400	40	0.10	0.80
15	423	110.00	0.26	0.85	40	490	40	0.08	0.98
16	700	75.00	0.11	1.40	41	480	40	0.08	0.96
17	425	85.00	0.20	0.85	42	545	45	0.08	1.09
18	442	85.00	0.19	0.88	43	543	40	0.07	1.09
19	820	70.00	0.09	1.64	44	544	45	0.08	1.09
20	480	100.00	0.21	0.96	45	480	40	0.08	0.96
21	800	60.00	0.08	1.60	46	490	30	0.06	0.98
22	458	60.00	0.13	0.92	47	470	45	0.10	0.94
23	281	60.00	0.21	0.56	48	520	40	0.08	1.04
24	780	85.00	0.11	1.56	49	610	35	0.06	1.22
25	433	80.00	0.18	0.87	50	420	55	0.13	0.84

ตารางที่ ข.10 เวลาการทำงานเครื่องอบ 3

ลำดับ	เครื่องอบ 3				ลำดับ	เครื่องอบ 3			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	861	75	0.09	1.72	76	670	145	0.22	1.34
52	1050	80	0.08	2.10	77	920	75	0.08	1.84
53	900	80	0.09	1.80	78	553	95	0.17	1.11
54	878	100	0.11	1.76	79	1040	75	0.07	2.08
55	485	70	0.14	0.97	80	892	85	0.10	1.78
56	569	60	0.11	1.14	81	642	65	0.10	1.28
57	616	70	0.11	1.23	82	900	60	0.07	1.80
58	800	80	0.10	1.60	83	580	130	0.22	1.16
59	807	70	0.09	1.61	84	840	70	0.08	1.68
60	1320	105	0.08	2.64	85	575	60	0.10	1.15
61	1045	115	0.11	2.09	86	380	50	0.13	0.76
62	800	115	0.14	1.60	87	689	75	0.11	1.38
63	877	75	0.09	1.75	88	1080	70	0.06	2.16
64	1240	105	0.08	2.48	89	702	105	0.15	1.40
65	1118	170	0.15	2.24	90	900	65	0.07	1.80
66	817	90	0.11	1.63	91	697	60	0.09	1.39
67	630	85	0.13	1.26	92	582	80	0.14	1.16
68	120	65	0.54	0.24	93	1120	75	0.07	2.24
69	1055	90	0.09	2.11	94	855	90	0.11	1.71
70	534	90	0.17	1.07	95	1120	95	0.08	2.24
71	590	70	0.12	1.18	96	860	65	0.08	1.72
72	987	90	0.09	1.97	97	851	60	0.07	1.70
73	1200	70	0.06	2.40	98	840	50	0.06	1.68
74	1182	90	0.08	2.36	99	878	75	0.09	1.76
75	840	75	0.09	1.68	100	760	70	0.09	1.52

ตารางที่ ข.11 เวลาการทำงานเครื่องอบไซโล1,2

ลำดับ	เครื่องอบไซโล1,2				ลำดับ	เครื่องอบไซโล1,2			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	460	55	0.12	0.92	26	220	45	0.20	0.44
2	470	45	0.10	0.94	27	675	30	0.04	1.35
3	470	45	0.10	0.94	28	480	35	0.07	0.96
4	480	40	0.08	0.96	29	220	45	0.20	0.44
5	460	35	0.08	0.92	30	480	55	0.11	0.96
6	450	35	0.08	0.90	31	470	50	0.11	0.94
7	500	45	0.09	1.00	32	490	45	0.09	0.98
8	559	55	0.10	1.12	33	438.4	25	0.06	0.88
9	466	45	0.10	0.93	34	490	35	0.07	0.98
10	290	35	0.12	0.58	35	450	40	0.09	0.90
11	460	40	0.09	0.92	36	480	45	0.09	0.96
12	580	35	0.06	1.16	37	470	45	0.10	0.94
13	580	35	0.06	1.16	38	480	50	0.10	0.96
14	450	45	0.10	0.90	39	400	40	0.10	0.80
15	824	40	0.05	1.65	40	490	40	0.08	0.98
16	825	40	0.05	1.65	41	480	40	0.08	0.96
17	507	40	0.08	1.01	42	545	45	0.08	1.09
18	507	45	0.09	1.01	43	543.40	40	0.07	1.09
19	692	65	0.09	1.38	44	544	45	0.08	1.09
20	629	45	0.07	1.26	45	480	40	0.08	0.96
21	629	45	0.07	1.26	46	490	30	0.06	0.98
22	466	40	0.09	0.93	47	470	45	0.10	0.94
23	560	45	0.08	1.12	48	520	40	0.08	1.04
24	561	45	0.08	1.12	49	610	35	0.06	1.22
25	460	35	0.08	0.92	50	420	55	0.13	0.84

ตารางที่ ข.12 เวลาการทำงานเครื่องอบไซโล1,2

ลำดับ	เครื่องอบไซโล1,2				ลำดับ	เครื่องอบไซโล1,2			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	430	40	0.09	0.86	76	386	45	0.12	0.77
52	500	35	0.07	1.00	77	511	40	0.08	1.02
53	532	40	0.08	1.06	78	580	35	0.06	1.16
54	440	40	0.09	0.88	79	520	45	0.09	1.04
55	490	35	0.07	0.98	80	470	40	0.09	0.94
56	530	30	0.06	1.06	81	450	45	0.10	0.90
57	300	45	0.15	0.60	82	480	60	0.13	0.96
58	557	35	0.06	1.11	83	490	45	0.09	0.98
59	559.8	40	0.07	1.12	84	460	40	0.09	0.92
60	460.9	40	0.09	0.92	85	470	45	0.10	0.94
61	460.9	45	0.10	0.92	86	450	40	0.09	0.90
62	310	45	0.15	0.62	87	340	40	0.12	0.68
63	345	40	0.12	0.69	88	543	20	0.04	1.09
64	607	45	0.07	1.21	89	512	30	0.06	1.02
65	300	30	0.10	0.60	90	498	180	0.36	1.00
66	300	30	0.10	0.60	91	550	40	0.07	1.10
67	320	45	0.14	0.64	92	485	80	0.16	0.97
68	330	40	0.12	0.66	93	500	20	0.04	1.00
69	350	40	0.11	0.70	94	545	30	0.06	1.09
70	300	45	0.15	0.60	95	550	40	0.07	1.10
71	290	40	0.14	0.58	96	558	40	0.07	1.12
72	300	30	0.10	0.60	97	575	40	0.07	1.15
73	300	30	0.10	0.60	98	564	40	0.07	1.13
74	260	60	0.23	0.52	99	545	30	0.06	1.09
75	570.4	40	0.07	1.14	100	563	40	0.07	1.13

ตารางที่ ข.13 เวลาการทำงานเครื่องบดซอย

ลำดับ	บดซอย				ลำดับ	บดซอย			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	17.8	8	0.45	0.04	26	17.8	6	0.34	0.04
2	17.8	7	0.39	0.04	27	17.8	6	0.34	0.04
3	17.8	8	0.45	0.04	28	17.8	7	0.39	0.04
4	17.8	9	0.51	0.04	29	17.8	7	0.39	0.04
5	17.8	6	0.34	0.04	30	17.8	7	0.39	0.04
6	17.8	8	0.45	0.04	31	17.8	8	0.45	0.04
7	17.8	7	0.39	0.04	32	17.8	6	0.34	0.04
8	17.8	7	0.39	0.04	33	17.8	8	0.45	0.04
9	17.8	6	0.34	0.04	34	17.8	8	0.45	0.04
10	17.8	7	0.39	0.04	35	17.8	7	0.39	0.04
11	17.8	6	0.34	0.04	36	17.8	7	0.39	0.04
12	17.8	7	0.39	0.04	37	17.8	6	0.34	0.04
13	17.8	7	0.39	0.04	38	17.8	9	0.51	0.04
14	17.8	7	0.39	0.04	39	17.8	7	0.39	0.04
15	17.8	7	0.39	0.04	40	17.8	8	0.45	0.04
16	17.8	7	0.39	0.04	41	17.8	7	0.39	0.04
17	17.8	7	0.39	0.04	42	17.8	7	0.39	0.04
18	17.8	8	0.45	0.04	43	17.8	7	0.39	0.04
19	17.8	7	0.39	0.04	44	17.8	8	0.45	0.04
20	17.8	8	0.45	0.04	45	17.8	7	0.39	0.04
21	17.8	7	0.39	0.04	46	17.8	6	0.34	0.04
22	17.8	8	0.45	0.04	47	17.8	8	0.45	0.04
23	17.8	7	0.39	0.04	48	17.8	8	0.45	0.04
24	17.8	8	0.45	0.04	49	17.8	7	0.39	0.04
25	17.8	7	0.39	0.04	50	17.8	6	0.34	0.04

ตารางที่ ข.14 เวลาการทำงานเครื่องผสมสี

ลำดับ	เครื่องผสมสี				ลำดับ	เครื่องผสมสี			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	89	8	0.09	0.18	26	89	8	0.09	0.18
2	106.8	7	0.07	0.21	27	89	7	0.08	0.18
3	89	8	0.09	0.18	28	106.8	7	0.07	0.21
4	106.8	9	0.08	0.21	29	89	8	0.09	0.18
5	106.8	6	0.06	0.21	30	106.8	7	0.07	0.21
6	89	8	0.09	0.18	31	89	6	0.07	0.18
7	89	7	0.08	0.18	32	89	7	0.08	0.18
8	106.8	7	0.07	0.21	33	89	7	0.08	0.18
9	89	8	0.09	0.18	34	106.8	9	0.08	0.21
10	106.8	7	0.07	0.21	35	89	7	0.08	0.18
11	89	6	0.07	0.18	36	89	7	0.08	0.18
12	89	7	0.08	0.18	37	89	8	0.09	0.18
13	89	7	0.08	0.18	38	89	8	0.09	0.18
14	106.8	9	0.08	0.21	39	106.8	7	0.07	0.21
15	89	7	0.08	0.18	40	89	8	0.09	0.18
16	89	7	0.08	0.18	41	106.8	7	0.07	0.21
17	89	8	0.09	0.18	42	106.8	8	0.07	0.21
18	89	8	0.09	0.18	43	89	8	0.09	0.18
19	106.8	7	0.07	0.21	44	89	8	0.09	0.18
20	89	8	0.09	0.18	45	106.8	7	0.07	0.21
21	106.8	7	0.07	0.21	46	89	7	0.08	0.18
22	106.8	8	0.07	0.21	47	89	8	0.09	0.18
23	89	7	0.08	0.18	48	89	8	0.09	0.18
24	89	8	0.09	0.18	49	106.8	7	0.07	0.21
25	106.8	7	0.07	0.21	50	89	8	0.09	0.18

ตารางที่ ข.15 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2

ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2				ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	85	60	0.71	0.17	26	75	60	0.80	0.15
2	90	60	0.67	0.18	27	85	60	0.71	0.17
3	85	60	0.71	0.17	28	90	60	0.67	0.18
4	90	60	0.67	0.18	29	75	60	0.80	0.15
5	75	60	0.80	0.15	30	75	60	0.80	0.15
6	75	60	0.80	0.15	31	85	60	0.71	0.17
7	75	60	0.80	0.15	32	90	60	0.67	0.18
8	75	60	0.80	0.15	33	85	60	0.71	0.17
9	75	60	0.80	0.15	34	90	60	0.67	0.18
10	85	60	0.71	0.17	35	85	60	0.71	0.17
11	90	60	0.67	0.18	36	90	60	0.67	0.18
12	75	60	0.80	0.15	37	75	60	0.80	0.15
13	85	60	0.71	0.17	38	75	60	0.80	0.15
14	75	60	0.80	0.15	39	75	60	0.80	0.15
15	90	60	0.67	0.18	40	75	60	0.80	0.15
16	85	60	0.71	0.17	41	75	60	0.80	0.15
17	90	60	0.67	0.18	42	75	60	0.80	0.15
18	75	60	0.80	0.15	43	75	60	0.80	0.15
19	85	60	0.71	0.17	44	75	60	0.80	0.15
20	90	60	0.67	0.18	45	75	60	0.80	0.15
21	85	60	0.71	0.17	46	75	60	0.80	0.15
22	90	60	0.67	0.18	47	85	60	0.71	0.17
23	85	60	0.71	0.17	48	90	60	0.67	0.18
24	90	60	0.67	0.18	49	75	60	0.80	0.15
25	75	60	0.80	0.15	50	75	60	0.80	0.15

ตารางที่ ช.16 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2

ลำดับ	หลอม+ตัดเม็ด 2				ลำดับ	หลอม+ตัดเม็ด 2			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	75	60	0.80	0.15	76	75	60	0.80	0.15
52	85	60	0.71	0.17	77	85	60	0.71	0.17
53	90	60	0.67	0.18	78	90	60	0.67	0.18
54	75	60	0.80	0.15	79	85	60	0.71	0.17
55	75	60	0.80	0.15	80	90	60	0.67	0.18
56	75	60	0.80	0.15	81	85	60	0.71	0.17
57	75	60	0.80	0.15	82	90	60	0.67	0.18
58	85	60	0.71	0.17	83	85	60	0.71	0.17
59	90	60	0.67	0.18	84	90	60	0.67	0.18
60	75	60	0.80	0.15	85	85	60	0.71	0.17
61	85	60	0.71	0.17	86	90	60	0.67	0.18
62	75	60	0.80	0.15	87	85	60	0.71	0.17
63	85	60	0.71	0.17	88	90	60	0.67	0.18
64	90	60	0.67	0.18	89	75	60	0.80	0.15
65	90	60	0.67	0.18	90	85	60	0.71	0.17
66	85	60	0.71	0.17	91	90	60	0.67	0.18
67	90	60	0.67	0.18	92	85	60	0.71	0.17
68	85	60	0.71	0.17	93	90	60	0.67	0.18
69	90	60	0.67	0.18	94	75	60	0.80	0.15
70	85	60	0.71	0.17	95	90	60	0.67	0.18
71	90	60	0.67	0.18	96	85	60	0.71	0.17
72	75	60	0.80	0.15	97	85	60	0.71	0.17
73	85	60	0.71	0.17	98	90	60	0.67	0.18
74	90	60	0.67	0.18	99	85	60	0.71	0.17
75	75	60	0.80	0.15	100	90	60	0.67	0.18

ตารางที่ ข.17 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3

ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3				ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	25	60	2.40	0.05	26	75	60	0.80	0.15
2	60	60	1.00	0.12	27	75	60	0.80	0.15
3	65	60	0.92	0.13	28	60	60	1.00	0.12
4	50	60	1.20	0.10	29	60	60	1.00	0.12
5	75	60	0.80	0.15	30	65	60	0.92	0.13
6	60	60	1.00	0.12	31	60	60	1.00	0.12
7	65	60	0.92	0.13	32	65	60	0.92	0.13
8	50	60	1.20	0.10	33	50	60	1.20	0.10
9	65	60	0.92	0.13	34	50	60	1.20	0.10
10	60	60	1.00	0.12	35	25	60	2.40	0.05
11	60	60	1.00	0.12	36	50	60	1.20	0.10
12	65	60	0.92	0.13	37	50	60	1.20	0.10
13	25	60	2.40	0.05	38	75	60	0.80	0.15
14	75	60	0.80	0.15	39	75	60	0.80	0.15
15	75	60	0.80	0.15	40	75	60	0.80	0.15
16	75	60	0.80	0.15	41	80	60	0.75	0.16
17	75	60	0.80	0.15	42	82	60	0.73	0.16
18	65	60	0.92	0.13	43	80	60	0.75	0.16
19	75	60	0.80	0.15	44	81	60	0.74	0.16
20	75	60	0.80	0.15	45	82	60	0.73	0.16
21	60	60	1.00	0.12	46	80	60	0.75	0.16
22	75	60	0.80	0.15	47	82	60	0.73	0.16
23	75	60	0.80	0.15	48	80	60	0.75	0.16
24	65	60	0.92	0.13	49	81	60	0.74	0.16
25	75	60	0.80	0.15	50	82	60	0.73	0.16

ตารางที่ ข.18 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3

ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3				ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	81	60	0.74	0.16	**76**	80	60	0.75	0.16
52	84	60	0.71	0.17	**77**	75	60	0.80	0.15
53	50	60	1.20	0.10	**78**	75	60	0.80	0.15
54	75	60	0.80	0.15	**79**	75	60	0.80	0.15
55	85	60	0.71	0.17	**80**	75	60	0.80	0.15
56	85	60	0.71	0.17	**81**	75	60	0.80	0.15
57	80	60	0.75	0.16	**82**	75	60	0.80	0.15
58	80	60	0.75	0.16	**83**	75	60	0.80	0.15
59	80	60	0.75	0.16	**84**	75	60	0.80	0.15
60	80	60	0.75	0.16	**85**	75	60	0.80	0.15
61	80	60	0.75	0.16	**86**	75	60	0.80	0.15
62	80	60	0.75	0.16	**87**	75	60	0.80	0.15
63	80	60	0.75	0.16	**88**	75	60	0.80	0.15
64	80	60	0.75	0.16	**89**	80	60	0.75	0.16
65	75	60	0.80	0.15	**90**	80	60	0.75	0.16
66	75	60	0.80	0.15	**91**	80	60	0.75	0.16
67	80	60	0.75	0.16	**92**	80	60	0.75	0.16
68	75	60	0.80	0.15	**93**	80	60	0.75	0.16
69	75	60	0.80	0.15	**94**	80	60	0.75	0.16
70	80	60	0.75	0.16	**95**	80	60	0.75	0.16
71	75	60	0.80	0.15	**96**	80	60	0.75	0.16
72	75	60	0.80	0.15	**97**	80	60	0.75	0.16
73	80	60	0.75	0.16	**98**	85	60	0.71	0.17
74	80	60	0.75	0.16	**99**	85	60	0.71	0.17
75	75	60	0.80	0.15	**100**	85	60	0.71	0.17

ตารางที่ ข.19 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5

ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5				ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
1	150	60	0.40	0.30	26	150	60	0.40	0.30
2	150	60	0.40	0.30	27	150	60	0.40	0.30
3	150	60	0.40	0.30	28	150	60	0.40	0.30
4	150	60	0.40	0.30	29	150	60	0.40	0.30
5	150	60	0.40	0.30	30	125	60	0.48	0.25
6	150	60	0.40	0.30	31	150	60	0.40	0.30
7	150	60	0.40	0.30	32	150	60	0.40	0.30
8	150	60	0.40	0.30	33	150	60	0.40	0.30
9	150	60	0.40	0.30	34	150	60	0.40	0.30
10	150	60	0.40	0.30	35	125	60	0.48	0.25
11	150	60	0.40	0.30	36	150	60	0.40	0.30
12	150	60	0.40	0.30	37	150	60	0.40	0.30
13	150	60	0.40	0.30	38	150	60	0.40	0.30
14	150	60	0.40	0.30	39	125	60	0.48	0.25
15	150	60	0.40	0.30	40	125	60	0.48	0.25
16	150	60	0.40	0.30	41	150	60	0.40	0.30
17	150	60	0.40	0.30	42	150	60	0.40	0.30
18	150	60	0.40	0.30	43	150	60	0.40	0.30
19	150	60	0.40	0.30	44	125	60	0.48	0.25
20	150	60	0.40	0.30	45	150	60	0.40	0.30
21	150	60	0.40	0.30	46	150	60	0.40	0.30
22	150	60	0.40	0.30	47	150	60	0.40	0.30
23	150	60	0.40	0.30	48	150	60	0.40	0.30
24	175	60	0.34	0.35	49	150	60	0.40	0.30
25	150	60	0.40	0.30	50	150	60	0.40	0.30

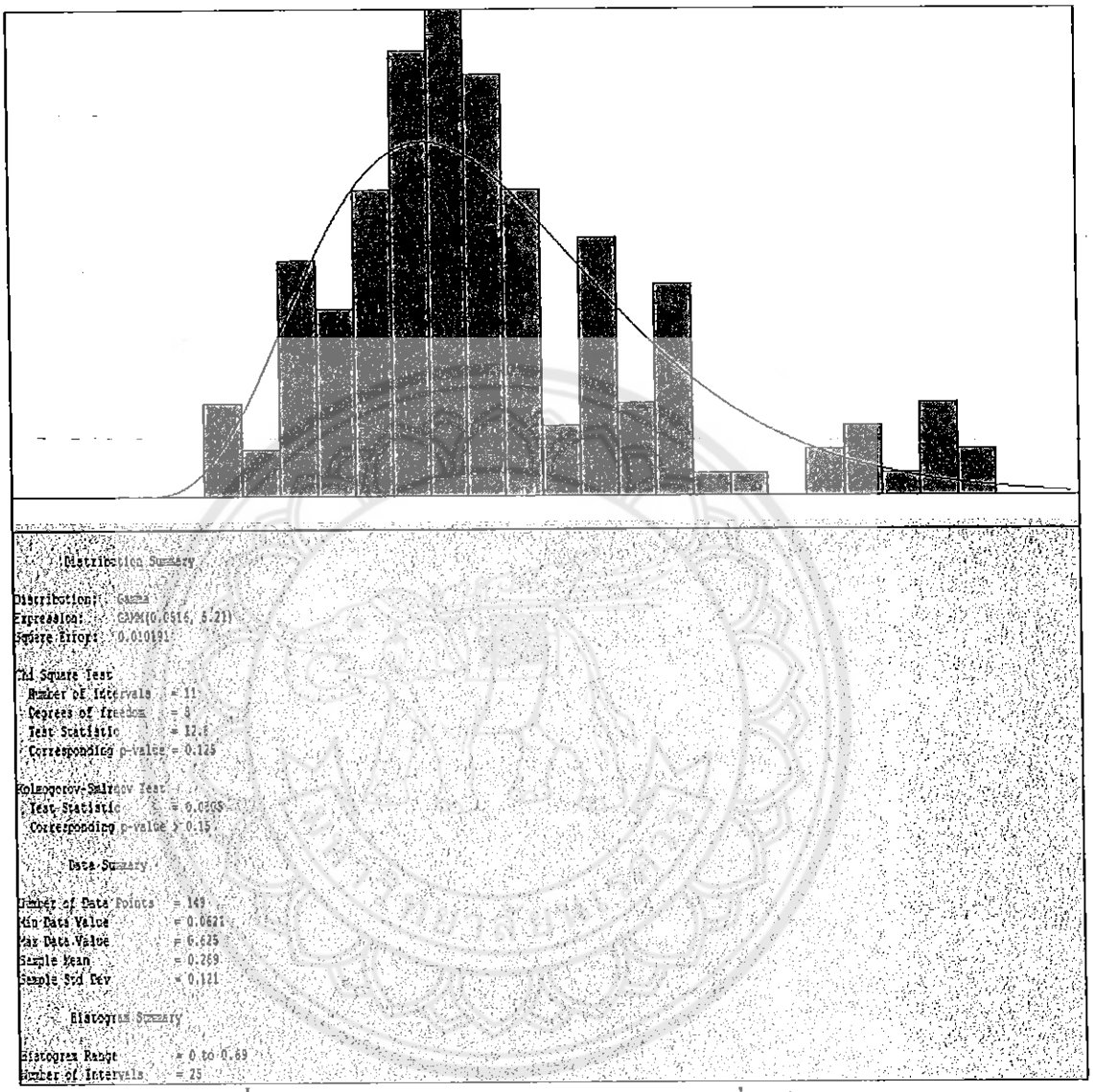
ตารางที่ ข.20 เวลาการทำงานเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5

ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5				ลำดับ	เครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5			
	ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย		ปริมาณ (ก.ก.)	เวลา (นาที)	เวลาต่อ 1 กก.	จำนวนหน่วย
51	150	60	0.40	0.30	76	150	60	0.40	0.30
52	150	60	0.40	0.30	77	250	60	0.24	0.50
53	150	60	0.40	0.30	78	250	60	0.24	0.50
54	125	60	0.48	0.25	79	250	60	0.24	0.50
55	150	60	0.40	0.30	80	250	60	0.24	0.50
56	150	60	0.40	0.30	81	250	60	0.24	0.50
57	150	60	0.40	0.30	82	250	60	0.24	0.50
58	150	60	0.40	0.30	83	250	60	0.24	0.50
59	150	60	0.40	0.30	84	250	60	0.24	0.50
60	150	60	0.40	0.30	85	250	60	0.24	0.50
61	150	60	0.40	0.30	86	250	60	0.24	0.50
62	150	60	0.40	0.30	87	250	60	0.24	0.50
63	150	60	0.40	0.30	88	250	60	0.24	0.50
64	150	60	0.40	0.30	89	250	60	0.24	0.50
65	150	60	0.40	0.30	90	250	60	0.24	0.50
66	150	60	0.40	0.30	91	250	60	0.24	0.50
67	125	60	0.48	0.25	92	250	60	0.24	0.50
68	125	60	0.48	0.25	93	250	60	0.24	0.50
69	150	60	0.40	0.30	94	250	60	0.24	0.50
70	150	60	0.40	0.30	95	250	60	0.24	0.50
71	150	60	0.40	0.30	96	200	60	0.30	0.40
72	125	60	0.48	0.25	97	250	60	0.24	0.50
73	150	60	0.40	0.30	98	250	60	0.24	0.50
74	150	60	0.40	0.30	99	250	60	0.24	0.50
75	75	60	0.80	0.15	100	250	60	0.24	0.50

ภาคผนวก ข

แผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องล้าง+สลัด 5 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.1



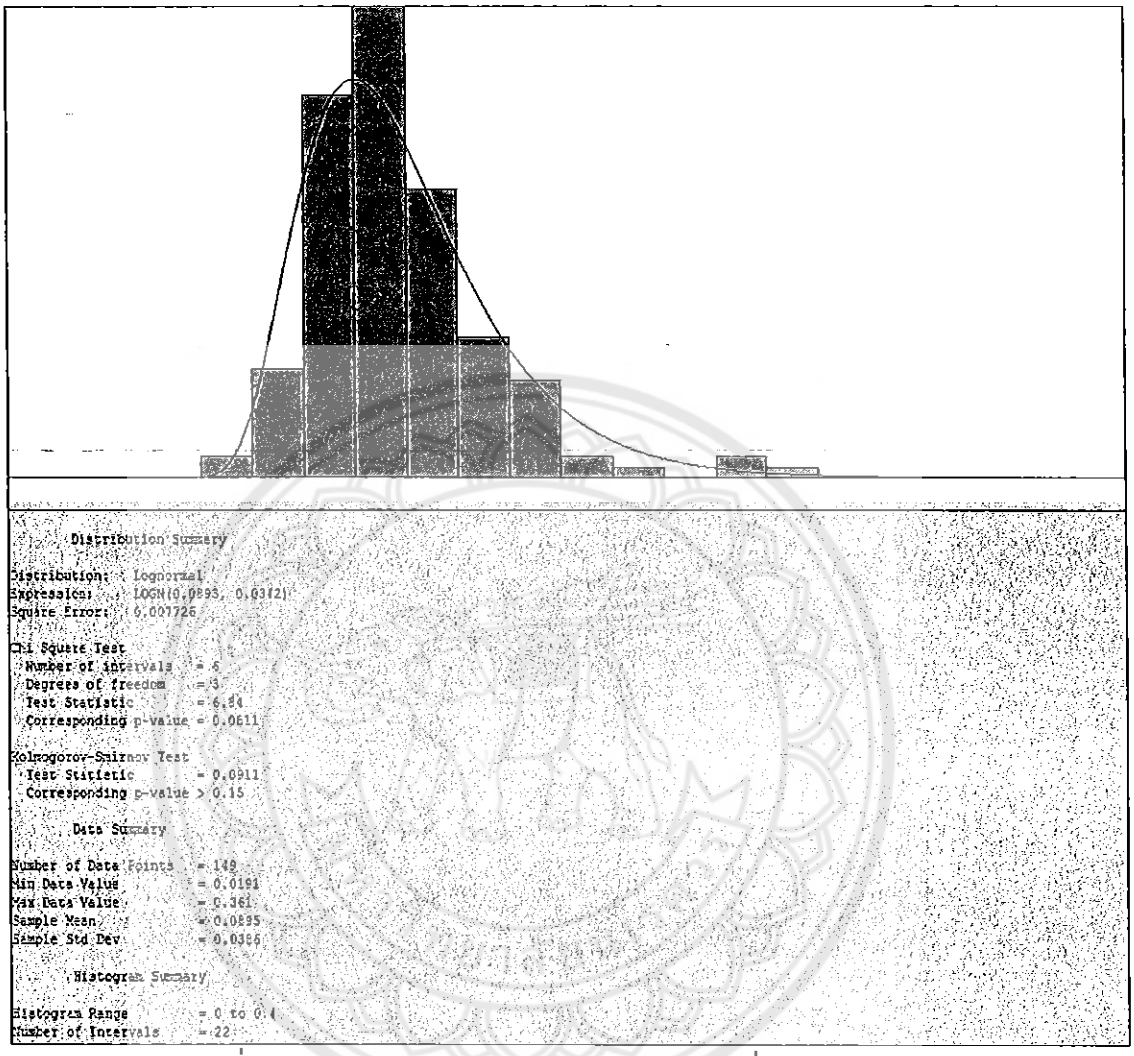
รูปที่ ค.1 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องล้าง+สลัด 5

จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องล้าง+สลัดเป็นแบบ Gamma

Expression : GAMM(0.0516, 5.21) ค่า p-value = 0.125

จากรูปที่ 4.4 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Gamma เพราะค่า 0.125 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องล้าง+สลัด 10 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.2



รูปที่ ค.2 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องล้าง+สลัด 10

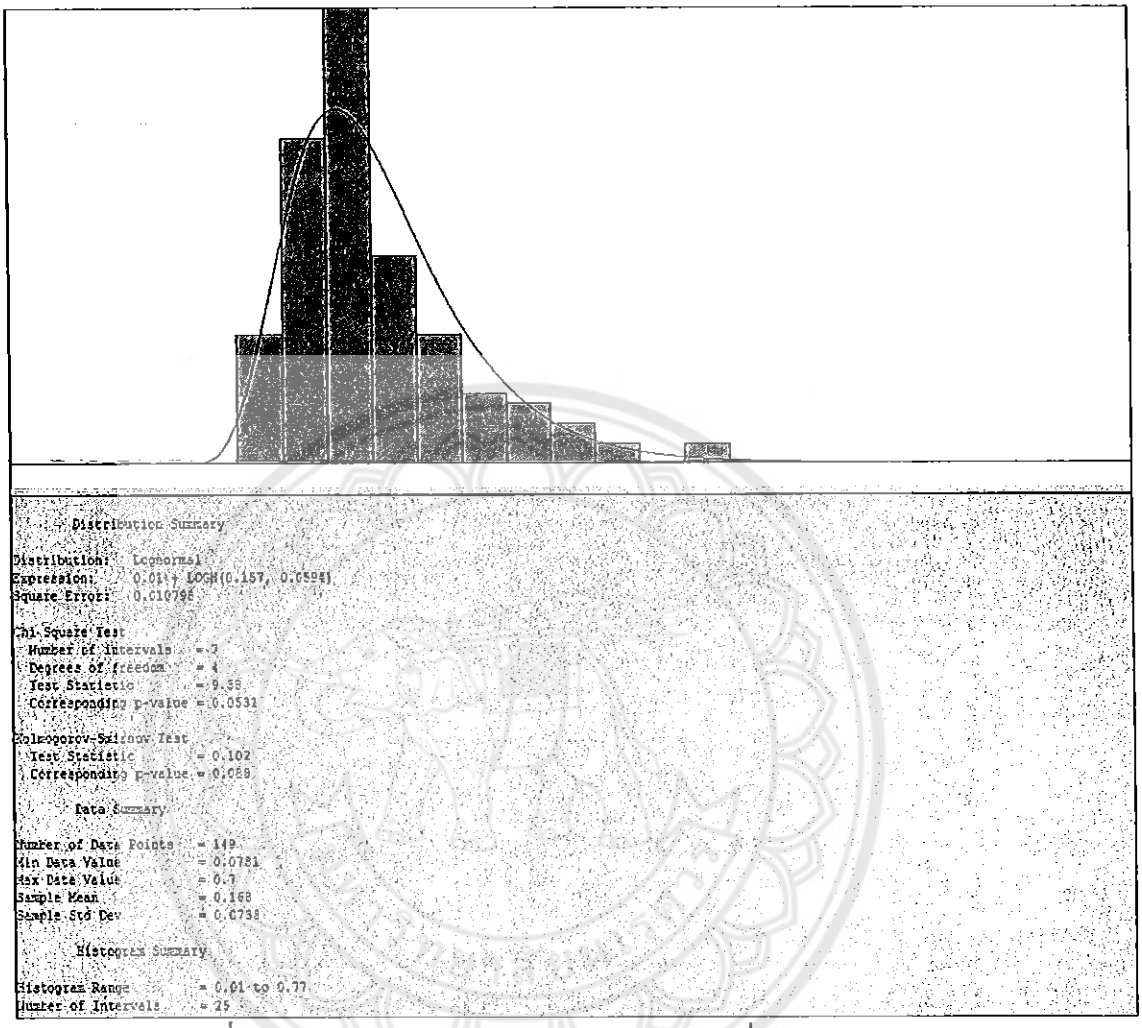
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้การกระจายของเครื่องล้าง+สลัดเป็นแบบ Lognormal

Expression : LOGN(0.0893, 0.0342)

ค่า p-value= 0.0811

จากรูปที่ 4.5 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.0811 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องล้าง+สลัด 7,6,8 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องล้าง+สลัด 7,6,8

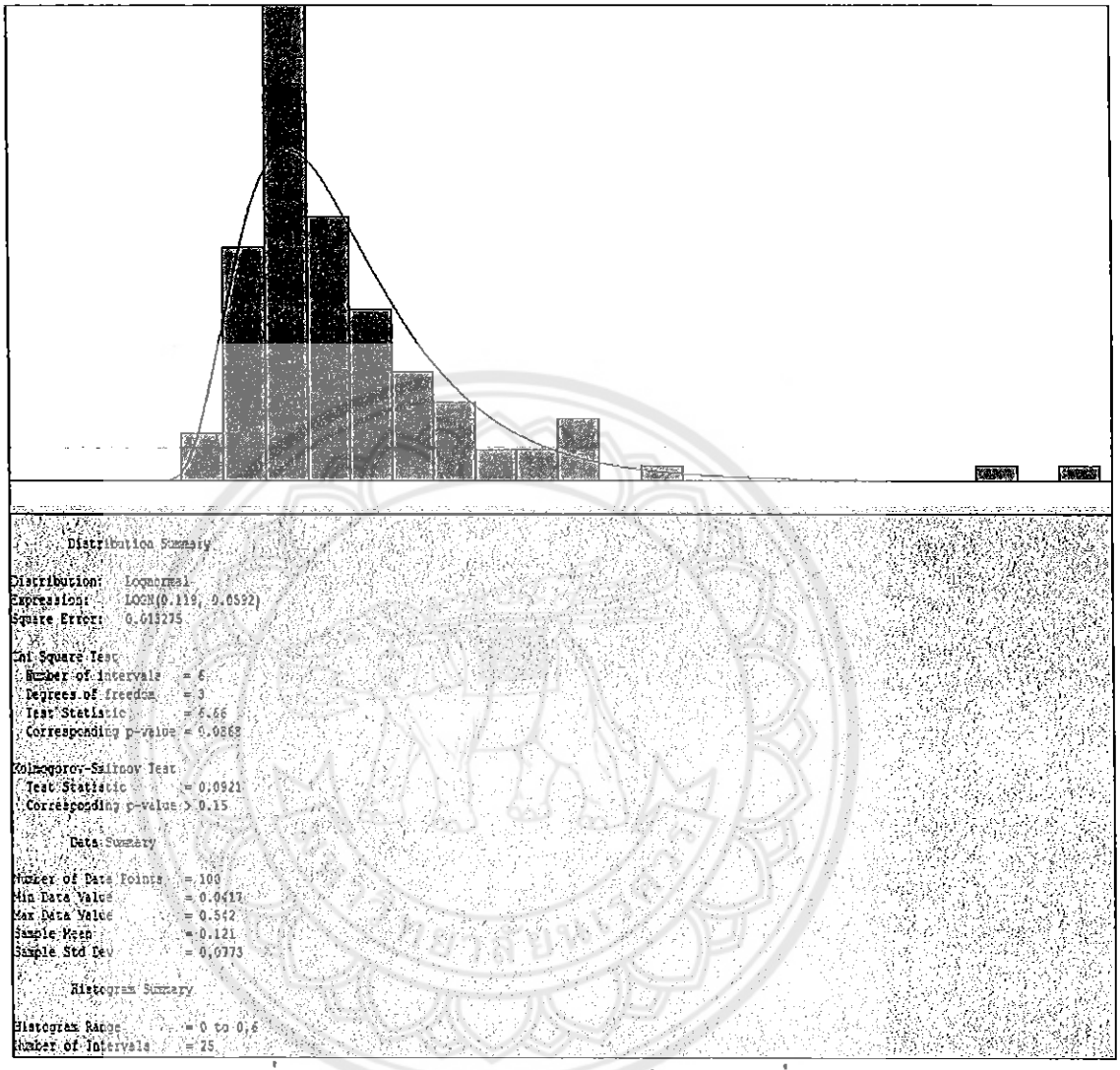
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้การกระจายของเครื่องล้าง+สลัดเป็นแบบ Lognormal

Expression: 0.01 + LOGN(0.157, 0.0594)

ค่า p-value= 0.0531

จากรูปที่ 4.6 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.0531 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องอบ 1,4 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.4



รูปที่ ค.4 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องอบ 1,4

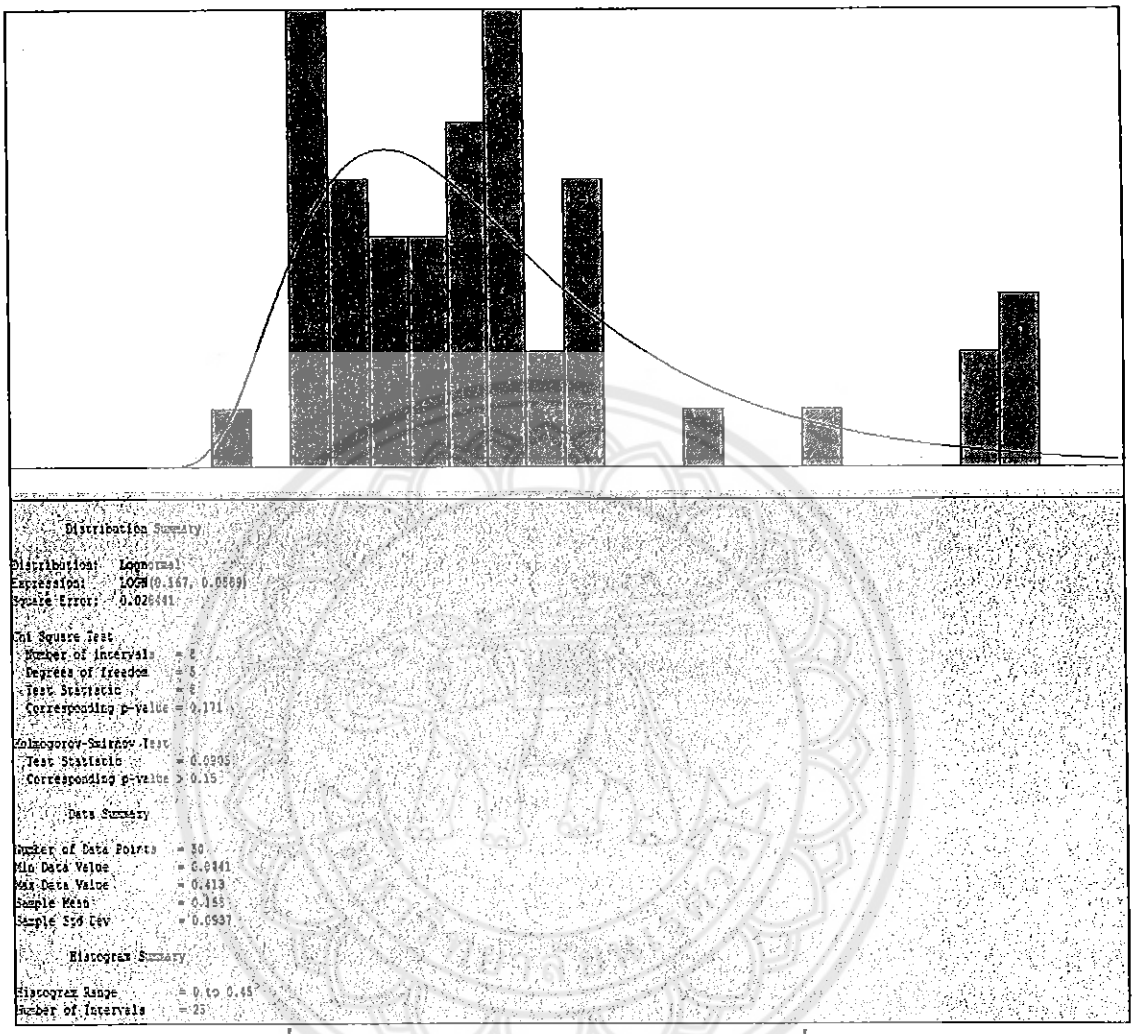
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องล้าง+สลัดเป็นแบบ Lognormal

Expression: LOGN(0.119, 0.0592)

ค่า p-value = 0.0868

จากรูปที่ 4.7 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.0868 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องอบ 3 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.5



รูปที่ ค.5 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องอบ 3

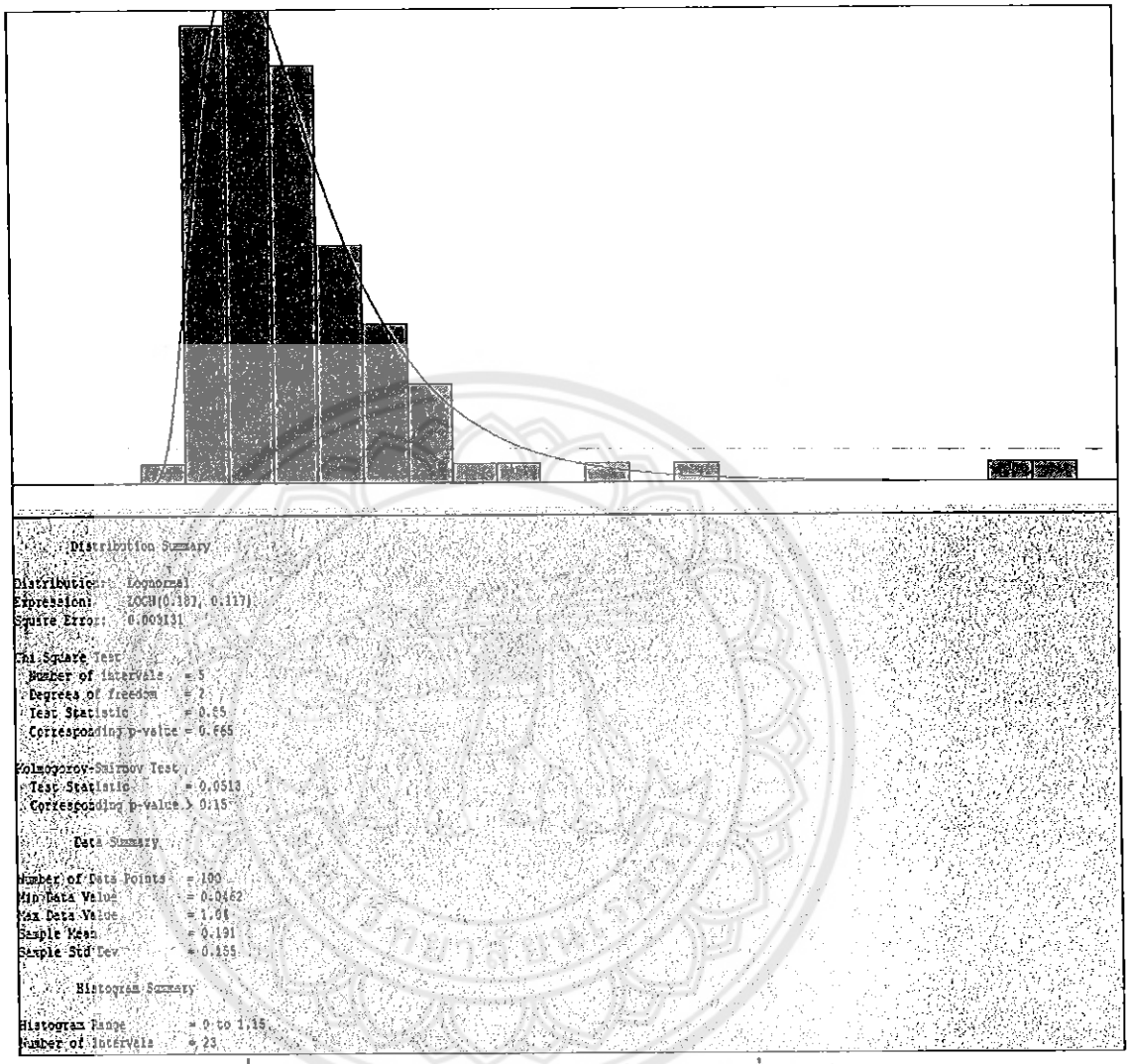
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องอบเป็นแบบ Lognormal

Expression: LOGN(0.167, 0.0889)

ค่า p-value= 0.171

จากรูปที่ 4.8 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.171 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องอบไซโล 1,2แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.6



รูปที่ ค.6 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องอบไซโล 1,2

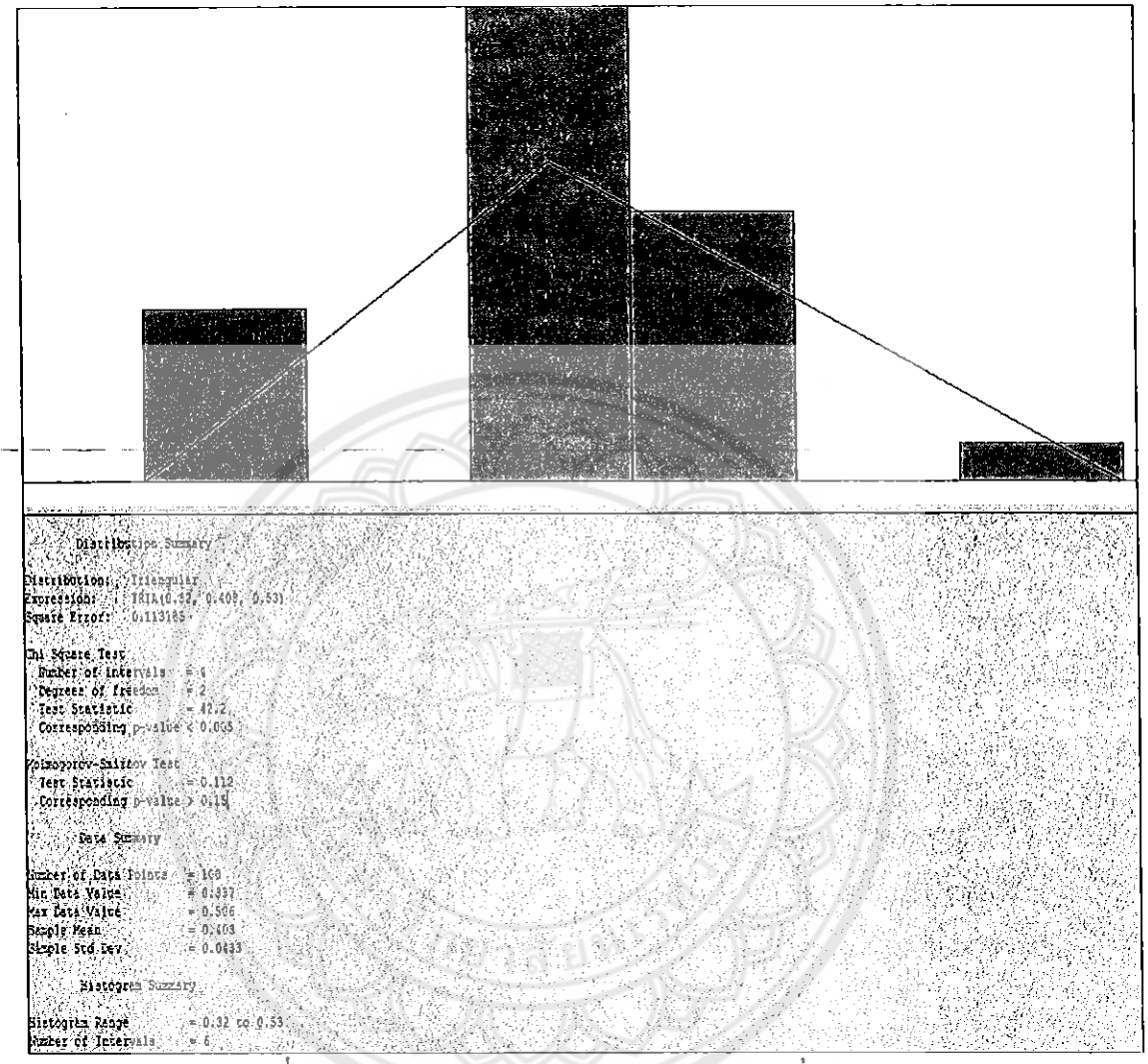
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องอบเป็นแบบ Lognormal

Expression: LOGN(0.187, 0.117)

ค่า p-value= 0.665

จากรูปที่ 4.9 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.665 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องบดซอยแล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.7



รูปที่ ค.7 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องบดซอย

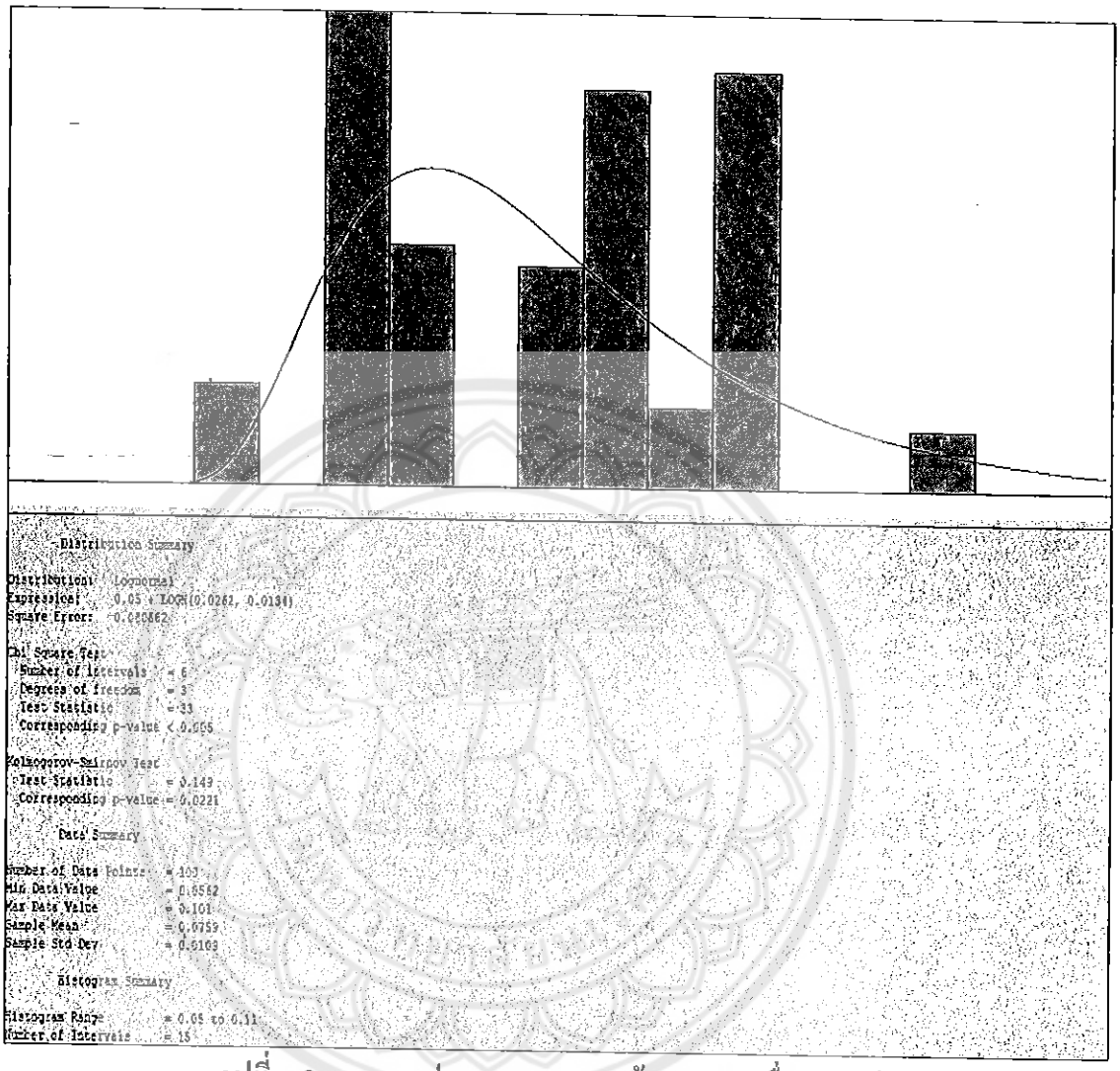
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องบดซอยเป็นแบบ Triangular

Expression: TRIA(0.32, 0.408, 0.53)

ค่า p-value> 0.15

จากรูปที่ 4.10 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.15 (p-value) > 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงสามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องผสมสีแล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.8



รูปที่ ค.8 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องผสมสี

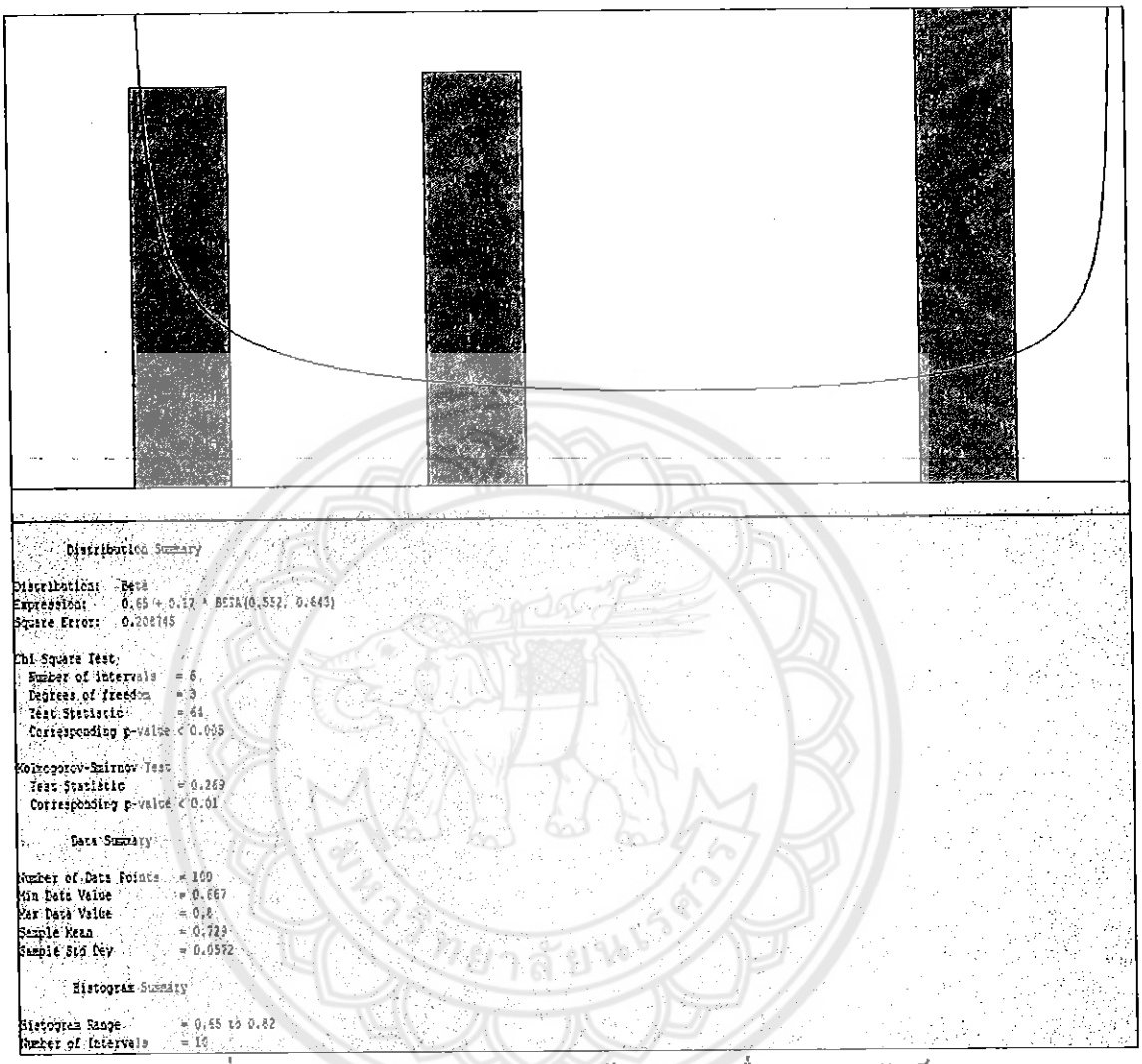
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องผสมสีเป็นแบบ Lognormal

Expression: 0.05 + LOGN(0.0262, 0.0134)

ค่า p-value= 0.0221

จากรูปที่ 4.11 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.0221 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงไม่สามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้จึงเลือกแบบ Empirical

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.9



รูปที่ ค.9 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 2

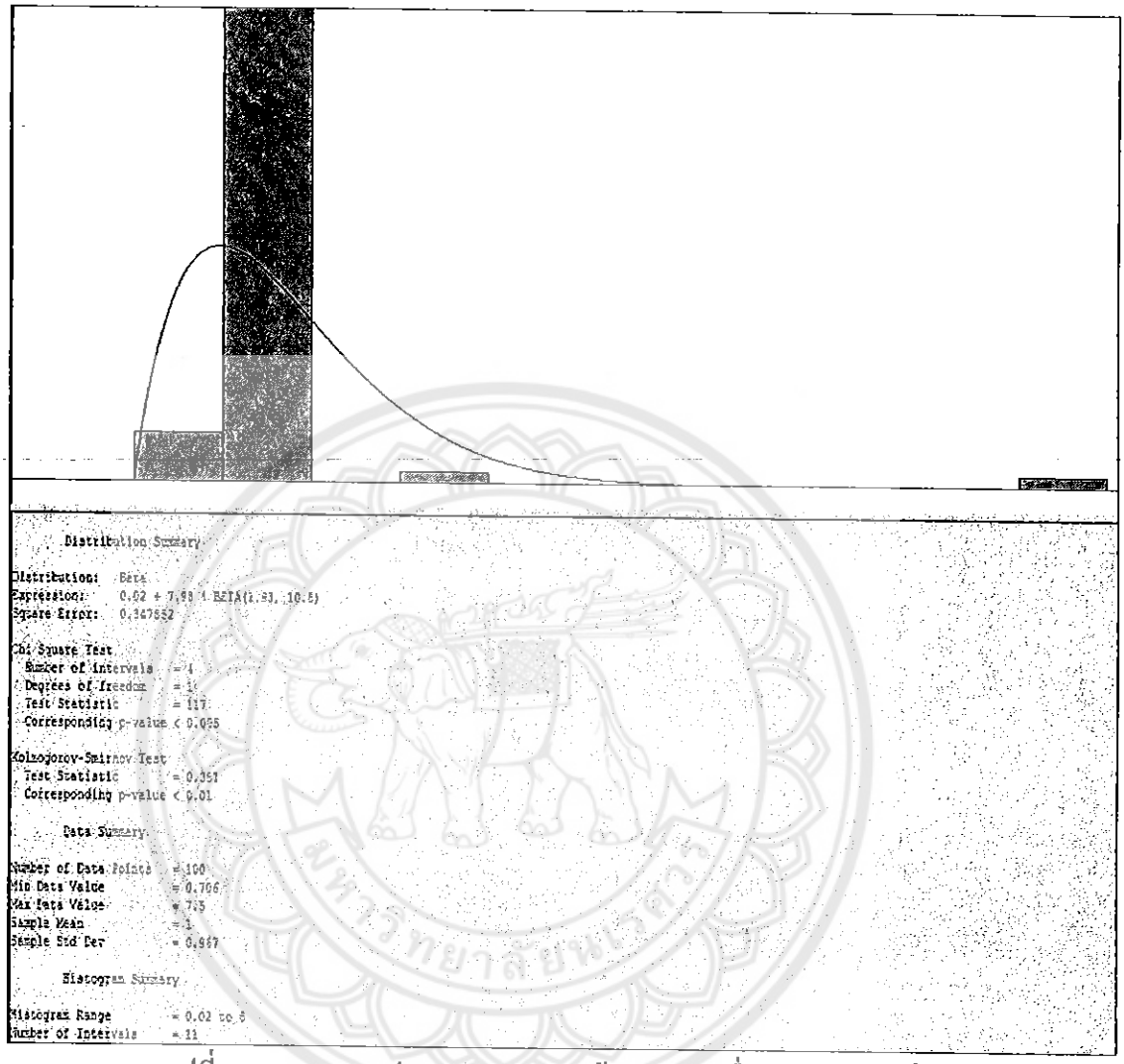
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องหลอม+ตัดเม็ดเป็นแบบ Beta

Expression: 0.65 + 0.17 * BETA(0.552, 0.643)

ค่า p-value< 0.01

จากรูปที่ 4.12 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงไม่สามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้จึงเลือกแบบ Empirical

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.10



รูปที่ ค.10 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 3

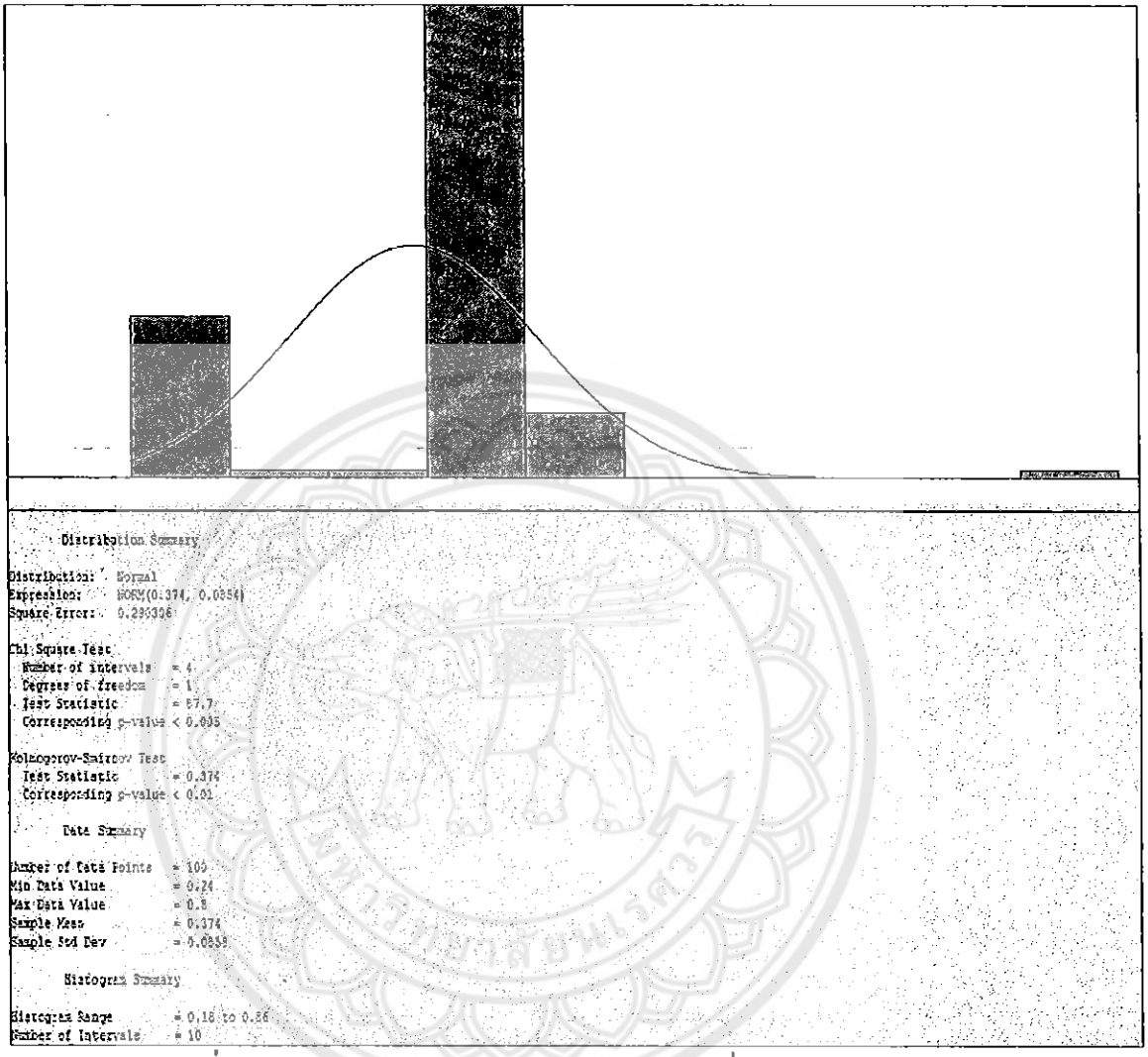
จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องหลอม+ตัดเม็ดเป็นแบบ Beta

Expression: 0.02 + 7.98 * BETA(1.93, 10.8)

ค่า p-value< 0.01

จากรูปที่ 4.12 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงไม่สามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้จึงเลือกแบบ Empirical

เมื่อโปรแกรมทำการทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลเวลาเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5 แล้วก็จะปรากฏหน้าต่างแสดงแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรม ดังรูปที่ ค.11



รูปที่ ค.11 ผลของรูปแบบการกระจายข้อมูลของเครื่องหลอม+ตัดเม็ด 5

จากแผนภูมิกราฟแท่งฮิสโทแกรมได้รูปแบบการกระจายของเครื่องหลอม+ตัดเม็ดเป็นแบบ Normal

Expression: NORM(0.374, 0.0854)

ค่า p-value< 0.01

จากรูปที่ 4.12 ณ ช่วงความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ= 0.05) สามารถสรุปได้ว่าข้อมูลมีรูปแบบการกระจายตัวแบบ Lognormal เพราะค่า 0.01 (p-value) < 0.05 (ระดับนัยสำคัญ) ดังนั้นจึงไม่สามารถนำการกระจายนี้ไปใช้แทนข้อมูลนำเข้าได้จึงเลือกแบบ Empirical

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

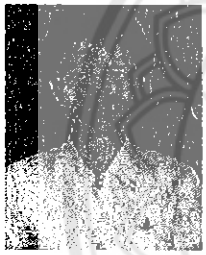
ชื่อ นายทวีศักดิ์ ศรีสันติวรรณ

ภูมิลำเนา 213/3 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: twes_sris@hotmail.com



ชื่อ นางสาวสุภาภรณ์ ทองสี

ภูมิลำเนาต.ในเมือง อ. เมือง จ.ตาก

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแม่ระมาดวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: goy_tak@hotmail.com