

บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้เป็นการดำเนินวิธีการวางแผนการผลิตที่นำเสนอ การทดลองและการแสดงผลการทดลองในการวางแผนการผลิต โดยการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการผลิตของแต่ละกระบวนการผลิตต่ำที่สุด ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา สภาพโดยทั่วไป และการดำเนินธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษา ตลอดจนกระบวนการผลิตโดยรวมของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติกปัจจุบัน ทั้งนี้เพื่อให้เห็นลักษณะของบริษัทกรณีศึกษาและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

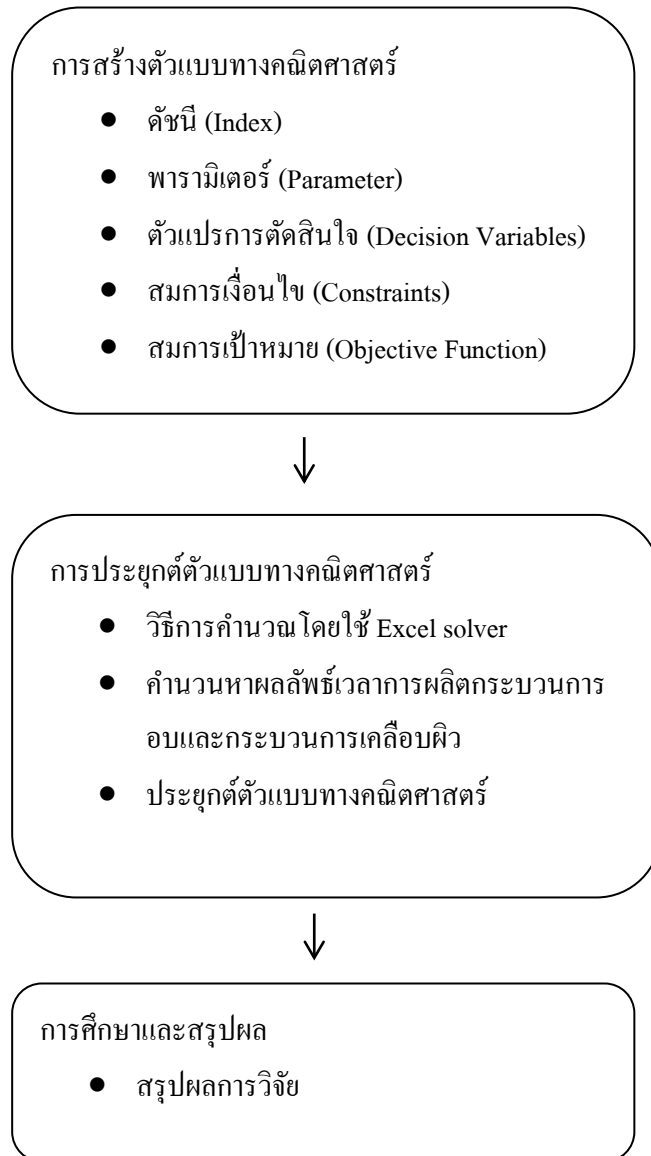
4.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากผลการศึกษาข้อมูลพบว่าเวลาในการผลิตของกระบวนการอบใช้เวลาในกระบวนการผลิต 27.25 ชั่วโมง และกระบวนการเคลือบผิวใช้เวลาในกระบวนการผลิต 48.30 ชั่วโมง ซึ่งเป็นการยากที่จะทำการวางแผนการผลิตแบบเดิม ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังรูปที่ 4.1

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

- ศึกษาปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า
- ศึกษาการวางแผนการผลิต
- ศึกษากำลังการผลิตของเครื่องจักร

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (ต่อ)

4.2 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์

กรณีศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลโดยการประเมินความต้องการคำสั่งซื้อของลูกค้าโดยใช้ข้อมูลในอดีต เพื่อต้องการทราบว่าปริมาณความต้องการคำสั่งซื้อของลูกค้าที่แท้จริงของสินค้าในแต่ละประเภท ประกอบด้วย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร , ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร , และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร แสดงลักษณะของเลนส์ชนิดต่างๆ ตามคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมด 20 รูปแบบ โดยพิจารณาในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผลิตภัณฑ์เลนส์

ชื่อผลิตภัณฑ์	ลักษณะเลนส์แว่นตาพลาสติก				
	ประเภทสายตา	ชนิดสารเคลือบ	วัย	สีเลนส์	เส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์
SPH CEFIR SKID D60	สายตาสั้น	hydrophobic	เด็ก	ใส	60
TOR CEFIR SKID D60	สายตาเอียง	hydrophobic	เด็ก	ใส	60
SPH AR D65	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	65
TOR AR D65	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	65
SPH CERIR D65	สายตาสั้น	hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	65
TOR CEFIR D65	สายตาเอียง	hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	65
SPH CEFIR SKID D65	สายตาสั้น	hydrophobic	เด็ก	ใส	65
TOR CEFIR SKID D65	สายตาเอียง	hydrophobic	เด็ก	ใส	65
SPH CEFIR BROWN D65	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	น้ำตาล	65
SPH CEFIR GREY D65	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	เทา	65
TOR CEFIR BROWN D65	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	น้ำตาล	65
TOR CEFIR GREY D65	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	เทา	65
SPH AR D70	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	70
TOR AR D70	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	70
SPH CEFIR D70	สายตาสั้น	hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	70
TOR CEF GREY D70	สายตาเอียง	hydrophobic	ผู้ใหญ่	ใส	70
TOR CEFIR SKID D70	สายตาเอียง	hydrophobic	เด็ก	ใส	70
SPH CEFIR BROWN D70	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	น้ำตาล	70
SPH CEFIR GREY D70	สายตาสั้น	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	เทา	70
TOR CEFIR BROWN D70	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	น้ำตาล	70
TOR CEFIR GREY D70	สายตาเอียง	Super hydrophobic	ผู้ใหญ่	เทา	70

4.3 ข้อมูลของตู้อบ

ผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อของลูกค้าทุกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จะถูกป้อนเข้าสู่กระบวนการอบในตู้อบ โดยมีเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine) ที่เหมือนกันแต่มีอัตราการผลิตที่แตกต่างกันซึ่งมีทั้งหมด 4 เครื่อง โดยทั้ง 4 เครื่องสามารถที่จะผลิตเลนส์ได้ทุกคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ และแต่ละตู้สามารถ มีกำลังผลิต ได้ 480 ชิ้นต่อเครื่อง ซึ่งตู้อบหมายเลข 1 มีอัตราการผลิตเลนส์ 115 ชิ้นต่อชั่วโมง ตู้อบหมายเลข 2 มีอัตราการผลิตเลนส์ 160 ชิ้นต่อชั่วโมง ตู้อบหมายเลข 3 มีอัตราการผลิต 148 ชิ้นต่อชั่วโมง และตู้อบหมายเลข 4 มีอัตราการผลิต 125 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเครื่องอบ

ตู้อบหมายเลข	กำลังการผลิตต่อเครื่อง (ชิ้น/เครื่อง)	อัตราการผลิตต่อชั่วโมง (ชิ้น/ชั่วโมง)
1	480	115
2	480	160
3	480	148
4	480	125

4.2.1 เงื่อนไขของผลิตภัณฑ์กับตู้อบ

ผลิตภัณฑ์ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า นั้นพบว่าในกระบวนการตู้อบจะมีข้อจำกัดของแต่ละผลิตภัณฑ์ในการเข้ากระบวนการเครื่องอบ ดังนี้

1. กำลังการผลิตของเครื่องอบแต่ละเครื่องสามารถใส่เลนส์ได้ 480 ชิ้นต่อเครื่อง โดยไม่ขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์
2. อัตราการผลิตของเครื่องอบแต่ละเครื่องมีอัตราการผลิตต่อชั่วโมง ที่แตกต่างกันโดยไม่ขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์

3.ผลิตภัณฑ์แต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้าสามารถที่จะเข้าตู้อบได้ทุกเครื่อง และแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกันก็สามารถที่จะเข้าตู้อบหมายเลขเดียวกันได้ แต่ไม่สามารถเข้าเกินจำนวนกำลังการผลิตต่อเครื่องของแต่ละตู้อบได้ ถ้าจำนวนผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อมากกว่าจำนวนการผลิตต่อเครื่องของตู้อบแต่ละตู้ต่อหนึ่งรอบการผลิต สามารถที่จะนำผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อที่เหลือเข้าตู้อบได้ในรอบที่ 2 ของการผลิต โดยการคำนวณหาจำนวนรอบการผลิตได้จาก ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด หาร ด้วยกำลังการผลิตของตู้อบทุกเครื่อง

$$\text{จำนวนรอบการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของตู้อบทุกเครื่อง (ชิ้น)}}$$

4.4 ข้อมูลของเครื่องเคลือบผิว

กระบวนการเคลือบผิว (AR) เป็นเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine) ที่เหมือนกันแต่มีอัตราการผลิตที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับประเภทขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 60 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 65 มิลลิเมตรและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 70 มิลลิเมตร ซึ่งมีทั้งหมด 2 เครื่อง เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 1 กำลังผลิตได้ 408 ชิ้นต่อเครื่อง มีอัตราการผลิตเลนส์ 75 ชิ้นต่อชั่วโมง และเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 กำลังผลิตได้ 498 ชิ้นต่อเครื่อง มีอัตราการผลิตเลนส์ 97 ชิ้นต่อชั่วโมง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเครื่องเคลือบผิว

เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อ	กำลังการผลิตต่อเครื่อง (ชิ้น/เครื่อง)	อัตราการผลิตต่อชั่วโมง (ชิ้น/ชั่วโมง)
1	408	75
2	498	97

4.4.1 เงื่อนไขของผลิตภัณฑ์กับเครื่องเคลือบผิว

ผลิตภัณฑ์ตามคำสั่งซื้อของลูกค้านั้นพบว่าในกระบวนการเครื่องเคลือบผิวจะมีข้อจำกัดของแต่ละผลิตภัณฑ์ในการเข้ากระบวนการเครื่องเคลือบผิว ดังนี้

1. ความสามารถของเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 1 ไม่สามารถผลิตเลนส์ที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 60 มิลลิเมตร ได้ แต่สามารถผลิตเลนส์ที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 65 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 70 มิลลิเมตร ได้ เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 สามารถผลิตเลนส์ที่มี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 60 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 65 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 70 มิลลิเมตร
2. อัตราการผลิตของเครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่องมีอัตราการผลิตต่อชั่วโมงที่แตกต่างกัน อัตราการผลิตต่อชั่วโมงเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 1 ได้ 75 ชิ้นต่อชั่วโมง อัตราการผลิตต่อชั่วโมงเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 ได้ 97 ชิ้นต่อชั่วโมง
3. กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 1 สามารถผลิตเลนส์ได้ 408 ชิ้นต่อเครื่อง และกำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 สามารถผลิตเลนส์ได้ 498 ชิ้นต่อเครื่อง
4. ผลิตภัณฑ์แต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้าสามารถที่จะเข้าเครื่องเคลือบผิวได้เฉพาะเครื่อง และแต่ละขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่แตกต่างกันก็สามารถที่จะเข้าเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อเดียวกันได้ แต่ไม่สามารถเข้าเกินจำนวนกำลังการผลิตต่อเครื่องของแต่ละเครื่องเคลือบผิวได้ ถ้าจำนวนผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อ มากกว่า จำนวนการผลิตต่อเครื่องเคลือบผิวแต่ละยี่ห้อต่อหนึ่งรอบการผลิต สามารถที่จะนำผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อที่เหลือเข้าเครื่องเคลือบผิวได้ในรอบที่ 2 ของการผลิต โดยการคำนวณหาจำนวนรอบการผลิตได้จาก ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมดหารด้วยกำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่อง

$$\text{จำนวนรอบการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่อง (ชิ้น)}}$$

ตารางที่ 4.4 เงื่อนไขของผลิตภัณฑ์กับเครื่องเคลือบผิว

รายการผลิตภัณฑ์เคลือบ	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	เลนส์ที่ผลิต เครื่องเคลือบ ผิวข้อ 1			เลนส์ที่ผลิต เครื่องเคลือบผิว ข้อ 2		
		Dai 60	Dai 65	Dai 70	Dai 60	Dai 65	Dai 70
SPH CEFIR SKID D60	60				/		
TOR CEFIR SKID D60	60				/		
SPH AR D65	65		/			/	
TOR AR D65	65		/			/	
SPH CERIR D65	65		/			/	
TOR CEFIR D65	65		/			/	
SPH CEFIR SKID D65	65		/			/	
TOR CEFIR SKID D65	65		/			/	
SPH CEFIR BROWN D65	65		/			/	
SPH CEFIR GREY D65	65		/			/	
TOR CEFIR BROWN D65	65		/			/	
TOR CEFIR GREY D65	65		/			/	
SPH AR D70	70			/			/
TOR AR D70	70			/			/
SPH CEFIR D70	70			/			/
TOR CEF GREY D70	70			/			/
SPH CEFIR SKID D70	70			/			/
TOR CEFIR SKID D70	70			/			/
SPH CEFIR BROWN D70	70			/			/
SPH CEFIR GREY D70	70			/			/
TOR CEFIR BROWN D70	70			/			/
TOR CEFIR GREY D70	70			/			/

4.5 การสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์นี้เป็นการหาปริมาณงานที่เหมาะสมมีเป้าหมายคือ เพื่อให้เวลารวมที่ใช้ในการผลิตของแต่ละกระบวนการต่ำสุด โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อการหาปริมาณที่เหมาะสม โดยแบ่งปัญหาออกเป็น 2 ส่วน

1. การหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องอบ
2. การหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องเคลือบผิว

4.6 การหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องอบ

ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อของลูกค้า จะถูกป้อนเข้าไปกระบวนการอบในตู้อบ มีเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine) ที่เหมือนกันแต่มีอัตราการผลิตที่แตกต่างกันซึ่งมีทั้งหมด 4 ตู้ และแต่ละตู้สามารถใส่เลนส์ได้ 480 ชิ้น

4.6.1 ดัชนี (Index)

- i คือ คำสั่งซื้อของลูกค้า โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n^s, n^{s+1}, \dots, n^l, n^{l+1}, \dots, n^m$
 โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n^s$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร
 โดยที่ $i = n^{s+1}, \dots, n^l$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร
 โดยที่ $i = n^{l+1}, \dots, n^m$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร
- j คือ เครื่องอบ โดยที่ $j = 1, 2, 3, \dots, J$
- r คือ จำนวนรอบในการผลิต โดยที่ $r = 1, 2, 3, \dots, R$

4.6.2 พารามิเตอร์ (Parameter)

- d_i คือ ปริมาณคำสั่งซื้อ i (ชิ้น)
- S_j คือ อัตราความเร็วของเครื่องอบ j (ชิ้น/ชั่วโมง)
- Z คือ เวลาการผลิตรวม (ชั่วโมง)
- Cap_j คือ กำลังการผลิตของเครื่องอบ j (ชิ้น)

4.6.3 ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

Y_{ijr} คือ จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องอบ j รอบที่ r

4.6.4 สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมาย คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด

$$\text{Min } Z = \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^N \frac{Y_{ijr}}{S_j} \quad (4.1)$$

4.6.5 สมการเงื่อนไข (Constraints)

$$\sum_{i=1}^N Y_{ijr} \leq \text{Cap}_j \quad ; \quad \forall_j, \forall_r \quad (4.2)$$

$$\sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J Y_{ijr} = d_i \quad ; \quad \forall_i \quad (4.3)$$

$$Y_{ijr} \text{ is integer} \quad ; \quad \forall_i, \forall_j, \forall_r \quad (4.4)$$

$$Y_{ijr} \geq 0 \quad ; \quad \forall_i, \forall_j, \forall_r \quad (4.5)$$

สมการที่ (4.1) คือ สมการเป้าหมายของเครื่องอบ j ที่ทำให้ผลรวมของเวลาที่ใช้ในการผลิตคำสั่งซื้อ i เครื่องอบ j จำนวนรอบที่ r รวมต่ำสุด

สมการที่ (4.2) คือ เครื่องอบแต่ละเครื่อง จำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมดที่ทำการผลิตต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องอบแต่ละเครื่องและแต่ละรอบในการอบ

สมการที่ (4.3) คือ ในแต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้าผลรวมของคำสั่งซื้อที่เข้าเครื่องอบทุกเครื่อง จะต้องเท่ากับคำสั่งซื้อของลูกค้า

สมการที่ (4.4) คือ ตัวแปรตัดสินใจต้องเป็นจำนวนเต็มทุกคำสั่งซื้อ i และเครื่องอบ j

สมการที่ (4.5) คือตัวแปรตัดสินใจต้องมามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

4.7 การหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องเคลือบผิว

ผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อของลูกค้าจะถูกป้อนเข้าไปกระบวนการ เคลือบผิวมีเครื่องจักรแบบขนาน (Parallel Machine) ที่เหมือนกันแต่มีอัตราการผลิตที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับประเภท ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 60 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 65 มิลลิเมตรและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 70 มิลลิเมตร ซึ่งมีทั้งหมด 2 เครื่อง

4.7.1 ดัชนี (Index)

- i คือ คำสั่งซื้อของลูกค้า โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n^s, n^{s+1}, \dots, n^l, n^{l+1}, \dots, n^m$
 โดยที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n^s$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร
 โดยที่ $i = n^{s+1}, \dots, n^l$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร
 โดยที่ $i = n^{l+1}, \dots, n^m$ หมายถึง คำสั่งซื้อของลูกค้าเลนส์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 70 มิลลิเมตร
- k คือ เครื่องเคลือบผิว โดยที่ $k = 1, 2, 3, \dots, K$
- r คือ จำนวนรอบในการผลิต โดยที่ $r = 1, 2, 3, \dots, R$

4.7.2 พารามิเตอร์ (Parameter)

d_i คือ ปริมาณคำสั่งซื้อ i (ชิ้น)

S_k คือ อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิว k (ชิ้น/ชั่วโมง)

Z คือ เวลาการผลิตรวม (ชั่วโมง)

Cap_k คือ กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิว k (ชิ้น)

4.7.3 ตัวแปรการตัดสินใจ (Decision Variables)

X_{ikr} คือ จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องเคลือบผิว k รอบที่ r

4.7.4 สมการเป้าหมาย (Objective Function)

สมการเป้าหมาย คือ เวลาที่ใช้ในการผลิตรวมต่ำสุด

$$\text{Min } Z = \sum_{r=1}^R \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^N \frac{X_{ikr}}{S_k} \quad (4.6)$$

4.7.5 สมการเงื่อนไข (Constraints)

$$\sum_{i=1}^N X_{ikr} \leq Cap_k \quad ; \quad \forall_k, \forall_r \quad (4.7)$$

$$\sum_{r=1}^R \sum_{k=1}^K X_{ikr} = d_i \quad ; \quad \forall_i \quad (4.8)$$

$$X_{ikr} = 0 \quad ; \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n^s \\ k = 1 \\ r = 1, 2, \dots, R \end{matrix} \quad (4.9)$$

$$X_{ikr} \text{ is integer} \quad ; \quad \forall_i, \forall_k, \forall_r \quad (4.10)$$

$$X_{ikr} \geq 0 \quad ; \quad \forall_i, \forall_k, \forall_r \quad (4.11)$$

สมการที่ (4.6) คือ สมการเป้าหมายของเครื่องเคลือบผิว k ที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตคำสั่งซื้อ i เครื่องเคลือบผิว k จำนวนรอบที่ r รวมต่ำสุด

สมการที่ (4.7) คือ เครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่อง จำนวนจำนวนคำสั่งซื้อทั้งหมดที่ทำการผลิตต้องไม่เกินกำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่องและแต่ละรอบในการเคลือบผิว

สมการที่ (4.8) คือ ในแต่ละคำสั่งซื้อของลูกค้าผลรวมของคำสั่งซื้อที่เข้าเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่องจะต้องเท่ากับคำสั่งซื้อของลูกค้า

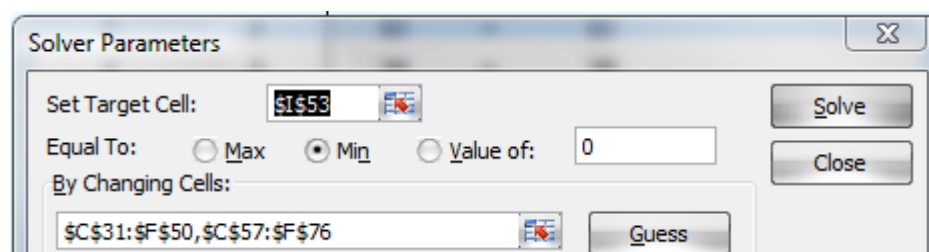
สมการที่ (4.9) คือ คำสั่งซื้อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาด 60 มิลลิเมตรไม่สามารถเข้าเครื่องเคลือบผิวยี่ห้อเครื่องที่ 1 ได้ทุกรอบ

สมการที่ (4.10) คือ ตัวแปรตัดสินใจต้องเป็นจำนวนเต็มทุกคำสั่งซื้อ i และเครื่องเคลือบผิว k

สมการที่ (4.11) คือตัวแปรตัดสินใจต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

4.8 วิธีการหาคำตอบโดยใช้ Excel Solverหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องอบ

การจากรูปที่ 4.2 แสดงการ Set Target Cell ให้เป็นเวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุดโดยหาค่าได้จาก ปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i และแต่ละรอบการผลิต r หารด้วย อัตราความเร็วของเครื่องอบแต่ละเครื่อง j ดังแสดงในรูปที่ 4.2 การ Set Target Cell



รูปที่ 4.2 การ Set Target Cell ใน Excel Solver

การคำนวณหาจำนวนรอบการผลิตได้จาก ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด หารด้วยกำลังการผลิตของตู้อบทุกเครื่อง

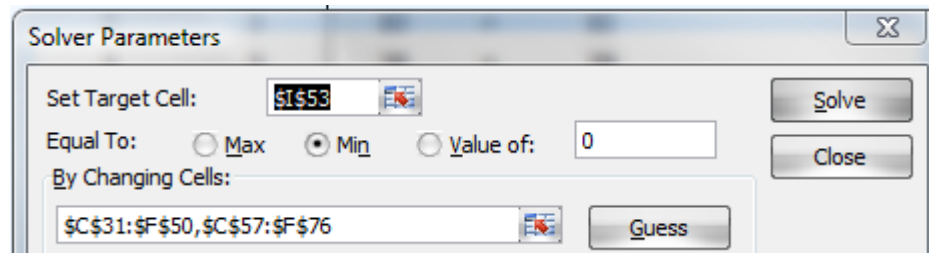
$$\text{จำนวนรอบการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของตู้อบทุกเครื่อง (ชิ้น)}}$$

ป้อนพารามิเตอร์อัตราความเร็วของตู้อบแต่ละเครื่อง ดังรูปที่ 4.3

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (Y)	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S _o)				
4			เครื่องอบ 1	เครื่องอบ2	เครื่องอบ3	เครื่องอบ4	
5		TOR ARD 60	115	160	148	125	
6		TOR ARD 60	115	160	148	125	
7		TOR ARD 60	115	160	148	125	
8		SPH ARD 65	115	160	148	125	
9		TOR ARD 65	115	160	148	125	
10		TOR CB D 65	115	160	148	125	
11		TOR ARD 65	115	160	148	125	
12		SPH ARD 65	115	160	148	125	
13		SPH ARD 65	115	160	148	125	
14		TOR ARD 65	115	160	148	125	
15		TOR CG D 65	115	160	148	125	
16		SPH AR D 65	115	160	148	125	
17		TOR ARD 70	115	160	148	125	
18		TOR ARD 70	115	160	148	125	
19		TOR CBD 70	115	160	148	125	
20		TOR ARD 70	115	160	148	125	
21		TOR CD 70	115	160	148	125	
22		TOR CBD 70	115	160	148	125	
23		SPK ARD 70	115	160	148	125	
24		TOR CD 70	115	160	148	125	
25							

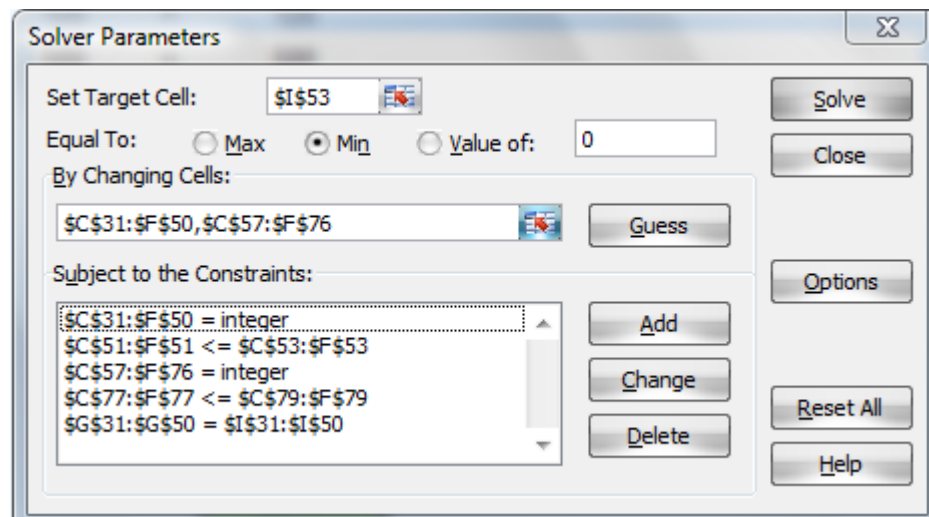
รูปที่4.3 การสร้างตารางสำหรับป้อนพารามิเตอร์ อัตราความเร็วของเครื่องอบ

จากรูปที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนเซลล์ตามค่าที่ Optimize เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด เลือก Min และเลือกเซลล์ที่จะทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ (ชิ้น) ที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละรอบการผลิต r และแต่ละเครื่องอบแต่ละเครื่อง j รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 การสร้างตาราง Changing Cell ของเครื่องอบใน Excel Solver

จากรูปที่ 4.5 แสดงการสร้างตารางเซลล์ข้อจำกัดของเครื่องอบ



รูปที่ 4.5 การสร้างตารางเซลล์ข้อจำกัดของเครื่องอบ

	A	B	C	D	E	F	G
55	รอบที่ 2	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y_i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S_{ij})				
56			เครื่องอบ 1	เครื่องอบ 2	เครื่องอบ 3	เครื่องอบ 4	
57		TOR ARD 60					
58		TOR ARD 60					
59		TOR ARD 60					
60		SPH ARD 65					
61		TOR ARD 65					
62		TOR CB D 65					
63		TOR ARD 65					
64		SPH ARD 65					
65		SPH ARD 65					
66		TOR ARD 65					
67		TOR CG D 65					
68		SPH AR D 65					
69		TOR ARD 70					
70		TOR ARD 70					
71		TOR CBD 70					
72		TOR ARD 70					
73		TOR CD 70					
74		TOR CBD 70					
75		SPK ARD 70					
76		TOR CD 70					
77		Total to M/C	0	0	0	0	
78			≤	≤	≤	≤	
79		Machine Capacity	480	480	480	480	

รูปที่ 4.6 การสร้างตาราง Changing Cell ของเครื่องอบรอบที่ 2

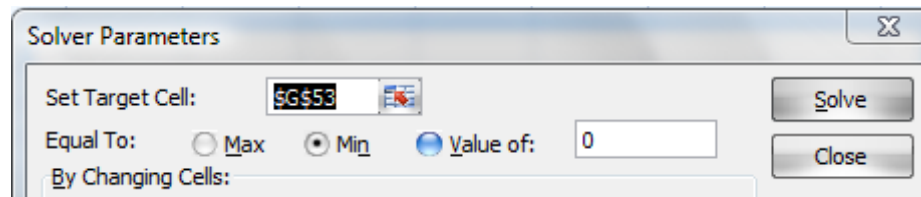
จากรูปที่ 4.7 แสดงผลการรันโปรแกรมของเครื่องอบ ที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด ซึ่งเป็นปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละรอบการผลิต r และแต่ละเครื่องอบแต่ละเครื่อง j

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
26										
27										
28							Total			
29	รอบที่ 1	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y _i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S _j)				Shipped			
30			เครื่องอบ 1	เครื่องอบ 2	เครื่องอบ 3	เครื่องอบ 4	Out	=	Out put	
31		TOR ARD 60	0	0	0	0	120	=	120	
32		TOR ARD 60	0	0	180	0	180	=	180	
33		TOR ARD 60	0	0	0	0	150	=	150	
34		SPH ARD 65	0	240	0	0	240	=	240	
35		TOR ARD 65	80	0	0	0	80	=	80	
36		TOR CBD 65	0	0	0	0	38	=	38	
37		TOR ARD 65	0	0	0	140	140	=	140	
38		SPH ARD 65	0	100	0	0	100	=	100	
39		SPH ARD 65	0	0	0	150	150	=	150	
40		TOR ARD 65	0	0	0	0	80	=	80	
41		TOR CGD 65	15	0	0	0	20	=	20	
42		SPH ARD 65	0	0	0	120	120	=	120	
43		TOR ARD 70	182	18	300	0	500	=	500	
44		TOR ARD 70	0	0	0	0	320	=	320	
45		TOR CBD 70	0	122	0	0	122	=	122	
46		TOR ARD 70	130	0	0	70	200	=	200	
47		TOR CD 70	0	0	0	0	77	=	77	
48		TOR CBD 70	0	0	0	0	210	=	210	
49		SPK ARD 70	0	0	0	0	120	=	120	
50		TOR CD 70	0	0	0	0	320	=	320	
51		Total to M/C	407	480	480	480			3287	
52			<=	<=	<=	<=			Minimize total flow time	
53		Order Size	480	480	480	480			23.71	

รูปที่ 4.7 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องอบ

4.9 วิธีการหาคำตอบโดยใช้ Excel Solverหาปริมาณงานที่เหมาะสมเข้าเครื่องเคลือบผิว

จากรูปที่ 4.8 แสดงการ Set Target Cell ในเซลล์ G53 เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด โดยหาค่าได้จาก ปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i และแต่ละรอบการผลิต r หารด้วย อัตราความเร็วของ เครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่อง k



รูปที่ 4.8 การ Set Target Cell

การคำนวณหาจำนวนรอบการผลิตได้จาก ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด หารด้วยกำลังการผลิต ของเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่อง

$$\text{จำนวนรอบการผลิต} = \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่อง (ชิ้น)}}$$

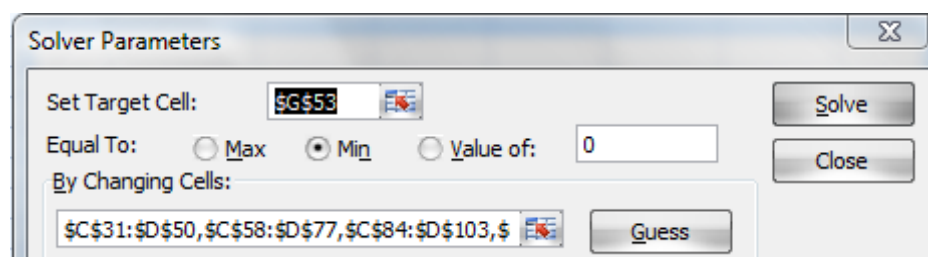
การสร้างตารางสำหรับป้อนพารามิเตอร์ อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิว ดังรูปที่ 4.9

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของเครื่อง		
4			เครื่อง เคลือบผิว	เครื่อง เคลือบผิว	
5		TOR ARD 60	75	97	
6		TOR ARD 60	75	97	
7		TOR ARD 60	75	97	
8		SPH ARD 65	75	97	
9		TOR ARD 65	75	97	
10		TOR CB D 65	75	97	
11		TOR ARD 65	75	97	
12		SPH ARD 65	75	97	
13		SPH ARD 65	75	97	
14		TOR ARD 65	75	97	
15		TOR CG D 65	75	97	
16		SPH AR D 65	75	97	
17		TOR ARD 70	75	97	
18		TOR ARD 70	75	97	
19		TOR CBD 70	75	97	
20		TOR ARD 70	75	97	
21		TOR CD 70	75	97	
22		TOR CBD 70	75	97	
23		SPK ARD 70	75	97	
24		TOR CD 70	75	97	
25					

รูปที่ 4.9 การสร้างตารางสำหรับป้อนพารามิเตอร์ อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิว

	A	B	C	D	E
28					Total
29	รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของเครื่อง (S_{ij})		Shipped
30		คำสั่งซื้อ (X_i)	เครื่อง	เครื่อง	Out
31			เคลื่อนที่	เคลื่อนที่	
32		TOR.ARD 60			0
33		TOR.ARD 60			0
34		TOR.ARD 60			0
35		SPH.ARD 65			0
36		TOR.ARD 65			0
37		TOR.CB D 65			0
38		TOR.ARD 65			0
39		SPH.ARD 65			0
40		SPH.ARD 65			0
41		TOR.ARD 65			0
42		TOR.CG D 65			0
43		SPH.ARD 65			0
44		TOR.ARD 70			0
45		TOR.ARD 70			0
46		TOR.CBD 70			0
47		TOR.ARD 70			0
48		TOR.CD 70			0
49		TOR.CBD 70			0
50		SPK.ARD 70			0
51		TOR.CD 70			0
52		Total to M/C	0	0	
53		Machine Capacit	<=	<=	
			408	498	

รูปที่ 4.10 การสร้างตารางสำหรับป้อนพารามิเตอร์ ของเครื่องเคลื่อนที่



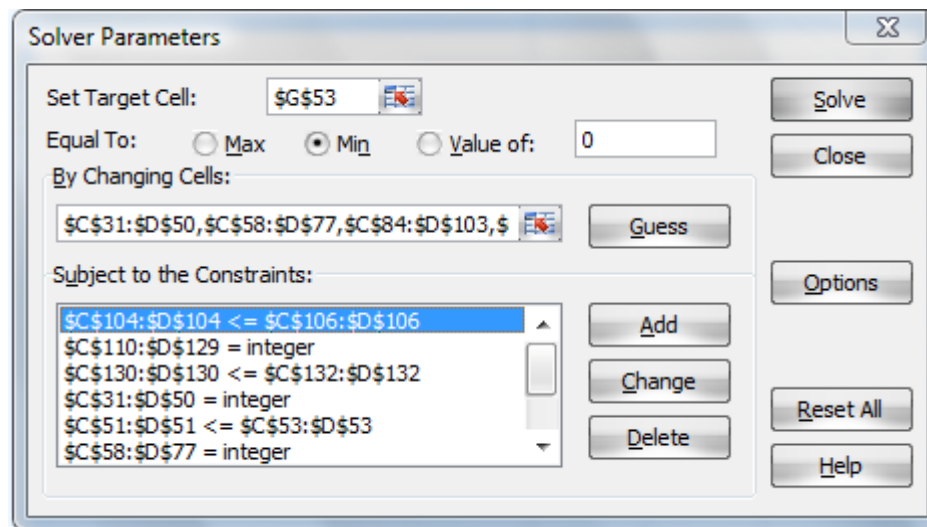
รูปที่ 4.11 การสร้างตาราง Changing Cell

จากรูปที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนเซลล์ตามค่าที่ Optimize เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด เลือก Min และเลือกเซลล์ที่จะทำการเปลี่ยนแปลงจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ (ชิ้น) ที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจำนวนปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละรอบการผลิต r และแต่ละเครื่องเคลื่อนที่แต่ละเครื่อง k

	A	B	C	D	E	F	G	H
28					Total			
29	รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของเครื่อง (S_u)		Shipped			
30		คำสั่งซื้อ (X)	เครื่อง	เครื่อง	Out		Out put	
31			เคลื่อนที่ว	เคลื่อนที่ว				
31		TOR ARD 60			0	=	120	
32		TOR ARD 60			0	=	180	
33		TOR ARD 60			0	=	150	
34		SPH ARD 65			0	=	240	
35		TOR ARD 65			0	=	80	
36		TOR CB D 65			0	=	38	
37		TOR ARD 65			0	=	140	
38		SPH ARD 65			0	=	100	
39		SPH ARD 65			0	=	150	
40		TOR ARD 65			0	=	80	
41		TOR CG D 65			0	=	20	
42		SPH AR D 65			0	=	120	
43		TOR ARD 70			0	=	500	
44		TOR ARD 70			0	=	320	
45		TOR CBD 70			0	=	122	
46		TOR ARD 70			0	=	200	
47		TOR CD 70			0	=	77	
48		TOR CBD 70			0	=	210	
49		SPK ARD 70			0	=	120	
50		TOR CD 70			0	=	320	
51		Total to M/C	0	0				
52			≤	≤	Minimize total flow time			
53		Machine Capacity	408	498			0.00	
54								

รูปที่ 4.12 การสร้างตาราง Changing Cell ใน Excel รอบที่ 1

การสร้างตารางเซลล์ข้อจำกัดใน Excel Solver ของเครื่องเคลื่อนผิว ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 การสร้างตารางเซลล์ข้อจำกัดใน Excel Solver ของเครื่องเคลื่อนผิว

	A	B	C	D	E	F	G
28					Total		
29	รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของเครื่อง (S_u)		Shipped		
		คำสั่งซื้อ (X)	เครื่อง	เครื่อง	Out		Out put
30			เคลื่อนที่	เคลื่อนที่			
31		TOR ARD 60			0	=	120
32		TOR ARD 60			0	=	180
33		TOR ARD 60			0	=	150
34		SPH ARD 65			0	=	240
35		TOR ARD 65			0	=	80
36		TOR CB D 65			0	=	38
37		TOR ARD 65			0	=	140
38		SPH ARD 65			0	=	100
39		SPH ARD 65			0	=	150
40		TOR ARD 65			0	=	80
41		TOR CG D 65			0	=	20
42		SPH AR D 65			0	=	120
43		TOR ARD 70			0	=	500
44		TOR ARD 70			0	=	320
45		TOR CBD 70			0	=	122
46		TOR ARD 70			0	=	200
47		TOR CD 70			0	=	77
48		TOR CBD 70			0	=	210
49		SPK ARD 70			0	=	120
50		TOR CD 70			0	=	320
51		Total to M/C	0	0			
52			<=	<=		Minimize total flow time	
53		Machine Capacity	408	498			0.00

รูปที่ 4.14 การสร้างตารางเซลล์ข้อจำกัดใน Excel Sheet ของเครื่องเคลื่อนที่

	A	B	C	D	E	F	G
27							
28					Total		
29	รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S _u)		Shipped		
		คำสั่งซื้อ (X)	เครื่อง เคลือบผิว	เครื่อง เคลือบผิว	Out		Out put
30							
31		TOR ARD 60	0	0	120	=	120
32		TOR ARD 60	0	0	180	=	180
33		TOR ARD 60	0	0	150	=	150
34		SPH ARD 65	0	0	240	=	240
35		TOR ARD 65	0	0	80	=	80
36		TOR CB D 65	0	0	38	=	38
37		TOR ARD 65	0	0	140	=	140
38		SPH ARD 65	0	0	100	=	100
39		SPH ARD 65	0	0	150	=	150
40		TOR ARD 65	0	0	80	=	80
41		TOR CG D 65	0	0	20	=	20
42		SPH AR D 65	42	0	120	=	120
43		TOR ARD 70	0	498	500	=	500
44		TOR ARD 70	0	0	320	=	320
45		TOR CBD 70	122	0	122	=	122
46		TOR ARD 70	199	0	200	=	200
47		TOR CD 70	0	0	77	=	77
48		TOR CBD 70	0	0	210	=	210
49		SPK ARD 70	0	0	120	=	120
50		TOR CD 70	0	0	320	=	320
51		Total to M/C	363	498			
52			<=	<=			Total Time
53		Order Size	408	498			37.80

รูปที่ 4.15 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องเคลือบผิว