

บทที่ 5 การประยุกต์งานวิจัย

ในบทนี้เป็นการประยุกต์งานวิจัยที่จะนำเสนอ การทดลองและการแสดงผลการทดลองในการวางแผนการผลิต โดยการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการผลิตของกระบวนการอบและกระบวนการเคลือบผิวต่ำที่สุด

5.1 การประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และได้กำหนดตัวแปรการตัดสินใจ กำหนดพารามิเตอร์ และข้อจำกัดต่างๆ เพื่อได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องตามความต้องการของ ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพื่อทำการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้ Excel Solver และได้กำหนดตัวแปรต่างๆ ไว้ดังต่อไปนี้

- 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 $j = 1, 2, 3, \dots, J$
- k คือ เครื่องเคลือบผิว โดยที่ $k = 1, 2, 3, \dots, K$
- r คือ จำนวนรอบในการผลิต โดยที่ $r = 1, 2, 3, \dots, R$

จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเพื่อทำการคำนวณหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้ Excel Solver ในการหาคำตอบกรณีงานวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลโดยการประเมินความต้องการคำสั่งซื้อของลูกค้าโดยใช้ข้อมูลในอดีต เพื่อต้องการทราบว่าปริมาณความต้องการคำสั่งซื้อของลูกค้าในแต่ละเดือนโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3,287 ชิ้นต่อเดือน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 คำสั่งซื้อของลูกค้า

คำสั่งซื้อลูกค้า	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ปริมาณคำสั่งซื้อ (ชิ้น)
TOR ARD 60	60	120
TOR ARD 60	60	180
TOR ARD 60	60	150
SPH ARD 65	65	240
TOR ARD 65	65	80
TOR CB D 65	65	38
TOR ARD 65	65	140
SPH ARD 65	65	100
SPH ARD 65	65	150
TOR ARD 65	65	80
TOR CG D 65	65	20
SPH AR D 65	65	120
TOR ARD 70	70	500
TOR ARD 70	70	320
TOR CBD 70	70	122
TOR ARD 70	70	200
TOR CD 70	70	77
TOR CBD 70	70	210
SPK ARD 70	70	120
TOR CD 70	70	320

ตารางที่ 5.2 อัตราความเร็วของเครื่องอบแต่ละเครื่อง

อัตราความเร็วของเครื่องอบ (ชิ้น/ชั่วโมง)			
เครื่องอบ 1	เครื่องอบ2	เครื่องอบ3	เครื่องอบ4
115	160	148	125

ตารางที่ 5.3 กำลังการผลิตของเครื่องอบแต่ละเครื่อง

กำลังการผลิตของเครื่องอบ (ชิ้น/เครื่อง)			
เครื่องอบ 1	เครื่องอบ2	เครื่องอบ3	เครื่องอบ4
480	480	480	480

ตารางที่ 5.4 อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่อง

อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิว (ชิ้น/ชั่วโมง)	
ยี่ห้อที่ 1	ยี่ห้อที่ 2
75	97

ตารางที่ 5.5 กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่อง

กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิว (ชิ้น/เครื่อง)	
ยี่ห้อที่ 1	ยี่ห้อที่ 2
408	498

5.2 การประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการอบเลนส์

สมการเป้าหมายของเครื่องอบ

เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด = $\frac{\text{ผลรวมปริมาณคำสั่งซื้อของแต่ละเครื่องอบแต่ละรอบการผลิต (ชิ้น)}}{\text{อัตราเร็วของเครื่องอบแต่ละเครื่องอบ (ชิ้น/ชั่วโมง)}}$

$$\text{Min } Z = \sum_{r=1}^2 \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^{20} \frac{Y_{ijr}}{S_j} \quad (5.1)$$

การหาจำนวนรอบการผลิตของเครื่องอบ

$$\begin{aligned} \text{จำนวนรอบการผลิต} &= \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของผู้อบทุกเครื่อง (ชิ้น)}} \\ &= \frac{3,287}{(480+480+480+480)} \text{ (ชิ้น)} \\ &= 1.712 \end{aligned}$$

ดังนั้นจำนวนรอบในการผลิตของกระบวนการอบ คือ 2 รอบ

สมการเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{20} Y_{ijr} \leq 480 \quad ; \quad \forall_j, \forall_r \quad (5.2)$$

$$\sum_{r=1}^2 \sum_{j=1}^4 Y_{ijr} = 3,287 \quad ; \quad \forall_i \quad (5.3)$$

$$Y_{ijr} \text{ is integer} \quad ; \quad \forall_i, \forall_j, \forall_r \quad (5.4)$$

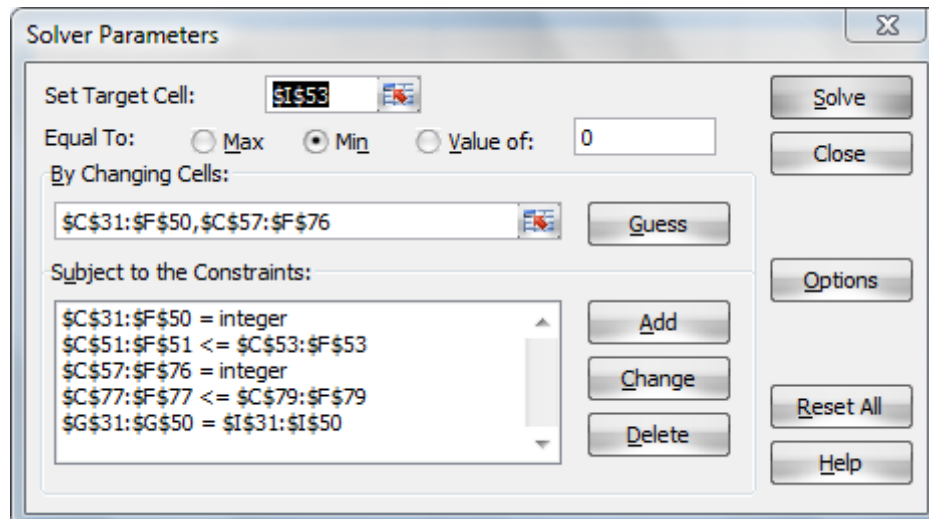
$$Y_{ijr} \geq 0 \quad ; \quad \forall_i, \forall_j, \forall_r \quad (5.5)$$

วิธีหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม Excel Solver

การ Set Target Cell ใน Excel Sheet และ Solver Parameter ซึ่งเป็นสมการเป้าหมายของเครื่องอบเวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด ซึ่งเป็นการกำหนดสูตรคำนวณ ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละเครื่องอบ j และแต่ละรอบการผลิต r หารด้วย อัตราความเร็วของเครื่องอบแต่ละเครื่อง j ดังรูปที่ 5.1 และ 5.2 ตามลำดับ

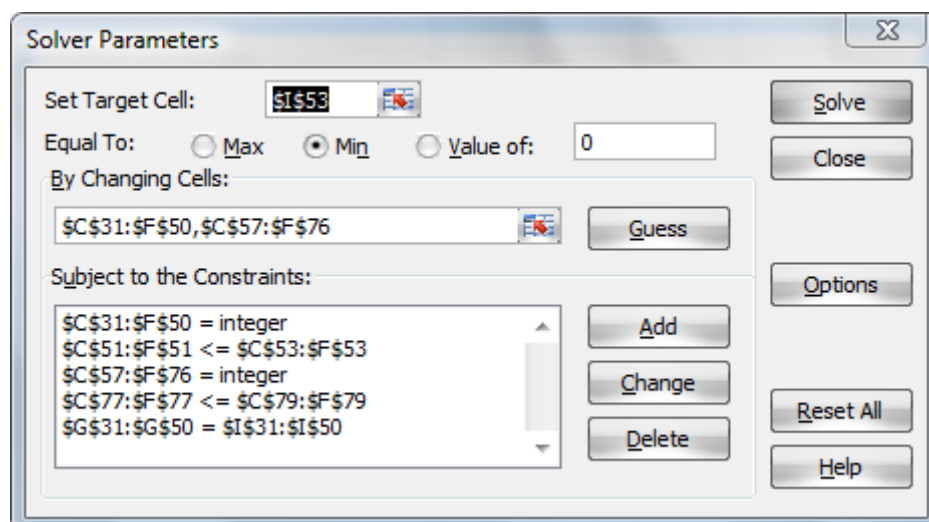
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
28							Total			
29	รอบที่ 1	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y_i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S_j)				Shipped			
30			เครื่องอบ 1	เครื่องอบ 2	เครื่องอบ 3	เครื่องอบ 4	Out		Out put	
31		TOR ARD 60					0	=	120	
32		TOR ARD 60					0	=	180	
33		TOR ARD 60					0	=	150	
34		SPH ARD 65					0	=	240	
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	0	0				
52			<=	<=	<=	<=			Minimize total flow time	
53		Machine Capacity	480	480	480	480			0.00	
54										

รูปที่ 5.1 การ Set Target Cell กระบวนการอบเลนส์



รูปที่ 5.2 การ Set Target Cell ใน Solver Parameter กระบวนการอบเลนส์

Equal To เป็นการกำหนดให้ผลลัพธ์นั้นเป็นเท่าไร ซึ่งสามารถกำหนดให้คำนวณหา ค่าสูงสุด (Max), ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of :) ซึ่งตามสมการเป้าหมายของโจทย์ ตัวอย่างพบว่าต้องการเวลาการต่ำสุด ดังนั้นต้องเลือกค่าต่ำสุด (Min) ดังที่แสดงในรูปที่ 5.3

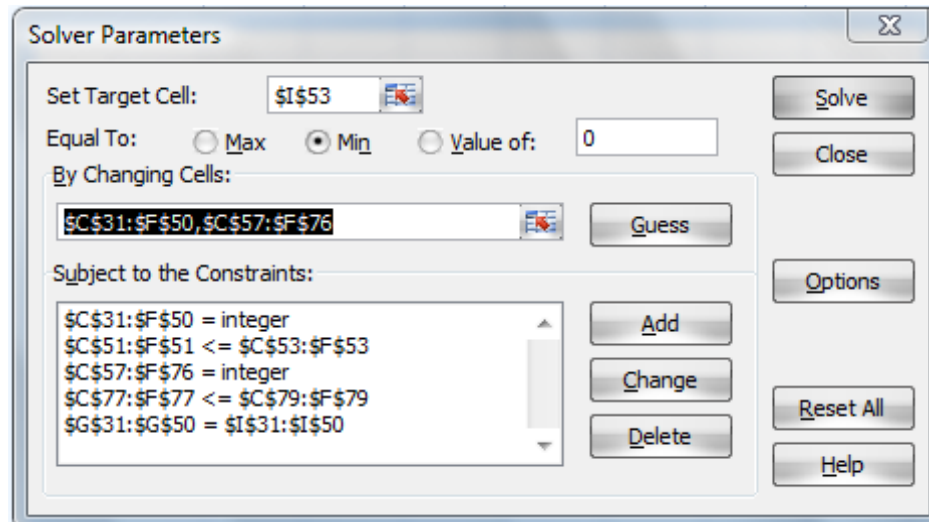


รูปที่ 5.3 การกำหนดค่า Equal To กระบวนการอบเลนส์

By Changing Cells ใน Excel Sheet และ Solver Parameter เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่า ในโจทย์ ตัวอย่างเป็นเซลล์แสดงปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าที่เข้าเครื่องอบด้วยปริมาณงานที่เหมาะสมที่จำนวนเท่าไรต่อเครื่องอบ และรอบที่เท่าไรในการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และ 5.5

	A	B	C	D	E	F	G
55	รอบที่ 2	ปริมาณคำสั่งซื้อ	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S_j)				
56		(Y_j) ชิ้น	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 5.4 By Changing Cells ใน Excel Sheet กระบวนการอบเลนส์



รูปที่ 5.5 By Changing Cells ใน Solver Parameter กระบวนการอบเลนส์

Subject to the Constraints ใน Excel Sheet และ Solver Parameter เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ ในโจทย์ตัวอย่างได้กำหนดสมการเงื่อนไขไว้ดังนี้

1. ผลรวมของทุกปริมาณคำสั่งซื้อแต่ละเครื่องรอบ j และแต่ละรอบการผลิต r ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิตของแต่ละเครื่องรอบ j
 2. ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อทุกคำสั่งซื้อที่เข้าเครื่องรอบ j และทุกรอบของการผลิต r ต้องมีค่าเท่า ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อทั้งหมด
 3. จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องรอบ j รอบที่ r ต้องเป็นจำนวนเต็ม
 4. จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องรอบ j รอบที่ r ต้องมากกว่าเท่ากับศูนย์
- ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และ 5.7 ตามลำดับ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
25										
26										
27										
28							Total			
29	รอบที่ 1	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y _i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S _j)				Shipped			
30			เครื่องอบ 1	เครื่องอบ2	เครื่องอบ3	เครื่องอบ4	Out	=	Out put	
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	0	0				
52			<=	<=	<=	<=			Minimize total flow time	
53		Machine Capacity	480	480	480	480			0.00	

รูปที่ 5.6 Subject to the Constraints ใน Excel Sheet

Solver Parameters

Set Target Cell: 

Equal To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value of:

By Changing Cells: 

Subject to the Constraints:

-
-
-
-
-

รูปที่ 5.7 Subject to the Constraints ใน Solver Parameter

เมื่อกำหนดค่าตามตาราง Solver Parameter เรียบร้อยแล้วก็คำนวณผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการรอบได้ผลดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 คำนวณผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการรอบ

คำสั่งซื้อลูกค้า	ปริมาณคำสั่งซื้อ (ชิ้น)	รอบที่ 1 (ชิ้น)	รอบที่ 2 (ชิ้น)
TOR ARD 60	120	0	120
TOR ARD 60	180	180	0
TOR ARD 60	150	0	150
SPH ARD 65	240	240	0
TOR ARD 65	80	80	0
TOR CB D 65	38	0	38
TOR ARD 65	140	140	0
SPH ARD 65	100	100	0
SPH ARD 65	150	150	0
TOR ARD 65	80	0	80
TOR CG D 65	20	15	5
SPH AR D 65	120	120	0
TOR ARD 70	500	500	0
TOR ARD 70	320	0	320
TOR CBD 70	122	122	0
TOR ARD 70	200	200	0
TOR CD 70	77	0	77
TOR CBD 70	210	0	210
SPK ARD 70	120	0	120
TOR CD 70	320	0	320

คำสั่งซื้อ TOR ARD 60 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 120 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 2 เครื่องอบที่ 3 จำนวน 120 ชิ้น
 คำสั่งซื้อ TOR ARD 60 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 180 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 3 จำนวน 180 ชิ้น
 คำสั่งซื้อ SPH ARD 65 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 240 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 2 จำนวน 240 ชิ้น
 คำสั่งซื้อ TOR CBD 65 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 38 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 2 เครื่องอบที่ 2 จำนวน 38 ชิ้น
 คำสั่งซื้อ TOR ARD 70 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 200 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 1 จำนวน 130 ชิ้น
 เครื่องอบที่ 4 จำนวน 70 ชิ้น

คำสั่งซื้อ TOR ARD 70 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 500 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 1 จำนวน 182 ชิ้น
 เครื่องอบที่ 2 จำนวน 18 ชิ้น และเครื่องอบที่ 3 จำนวน 200 ชิ้น เป็นต้น

ดังแสดงในรูปที่ 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ

รอบที่ 1	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y _i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S _j)				Total	
		เครื่องอบ 1	เครื่องอบ 2	เครื่องอบ 3	เครื่องอบ 4	Shipped	Output
	TOR ARD 60	0	0	0	0	120	= 120
	TOR ARD 60	0	0	180	0	180	= 180
	TOR ARD 60	0	0	0	0	150	= 150
	SPH ARD 65	0	240	0	0	240	= 240
	TOR ARD 65	80	0	0	0	80	= 80
	TOR CBD 65	0	0	0	0	38	= 38
	TOR ARD 65	0	0	0	140	140	= 140
	SPH ARD 65	0	100	0	0	100	= 100
	SPH ARD 65	0	0	0	150	150	= 150
	TOR ARD 65	0	0	0	0	80	= 80
	TOR CGD 65	15	0	0	0	20	= 20
	SPH ARD 65	0	0	0	120	120	= 120
	TOR ARD 70	182	18	300	0	500	= 500
	TOR ARD 70	0	0	0	0	320	= 320
	TOR CBD 70	0	122	0	0	122	= 122
	TOR ARD 70	130	0	0	70	200	= 200
	TOR CD 70	0	0	0	0	77	= 77
	TOR CBD 70	0	0	0	0	210	= 210
	SPK ARD 70	0	0	0	0	120	= 120
	TOR CD 70	0	0	0	0	320	= 320
Total to M/C		407	480	480	480		3287
		<=	<=	<=	<=	Minimize total flow time	
Order Size		480	480	480	480		23.71

รูปที่ 5.8 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องอบรอบที่ 1

รอบที่ 2	ปริมาณคำสั่งซื้อ (Y _i) ชิ้น	อัตราความเร็วของเครื่องอบ (S _j)			
		เครื่องอบ 1	เครื่องอบ 2	เครื่องอบ 3	เครื่องอบ 4
TOR.ARD 60		0	0	120	0
TOR.ARD 60		0	0	0	0
TOR.ARD 60		0	150	0	0
SPH.ARD 65		0	0	0	0
TOR.ARD 65		0	0	0	0
TOR.CB D 65		0	38	0	0
TOR.ARD 65		0	0	0	0
SPH.ARD 65		0	0	0	0
SPH.ARD 65		0	0	0	0
TOR.ARD 65		0	80	0	0
TOR.CG D 65		0	5	0	0
SPH.ARD 65		0	0	0	0
TOR.ARD 70		0	0	0	0
TOR.ARD 70		0	130	190	0
TOR.CBD 70		0	0	0	0
TOR.ARD 70		0	0	0	0
TOR.CD 70		0	77	0	0
TOR.CBD 70		0	0	0	210
SPK.ARD 70		0	0	0	120
TOR.CD 70		0	0	170	150
Total to M/C		0	480	480	480
		<=	<=	<=	<=
Order Size		480	480	480	480

รูปที่ 5.9 ผลการรัน โปรแกรมของเครื่องอบรอบที่ 2

5.3 การประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการเคลื่อนผิวเลนส์

สมการเป้าหมายของเครื่องเคลื่อนผิว

เวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด = ผลรวมคำสั่งซื้อของแต่ละเครื่องเคลื่อนผิวแต่ละรอบการผลิต (ชิ้น)

อัตราเร็วของเครื่องอบแต่ละเครื่องอบ (ชิ้น/ชั่วโมง)

$$\text{Min } Z = \sum_{r=1}^4 \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^{20} \frac{X_{ikr}}{S_k} \quad (5.6)$$

การหาจำนวนรอบการผลิตของเครื่องอบ

$$\begin{aligned}
 \text{จำนวนรอบการผลิต} &= \frac{\text{ปริมาณผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อทั้งหมด (ชิ้น)}}{\text{กำลังการผลิตของเครื่องเคลือบผิวทุกเครื่อง (ชิ้น)}} \\
 &= \frac{3,287}{(408+498)} \\
 &= 3.62
 \end{aligned}$$

ดังนั้นจำนวนรอบในการผลิตของกระบวนการอบ คือ 4 รอบ

สมการเงื่อนไข

$$\sum_{i=1}^{20} X_{ikr} \leq 408 \quad ; \quad \forall_k, \forall_r \quad (5.7)$$

$$\sum_{i=1}^{20} X_{ikr} \leq 498 \quad ; \quad \forall_k, \forall_r \quad (5.8)$$

$$\sum_{r=1}^4 \sum_{k=1}^2 X_{ikr} = 3,287 \quad ; \quad \forall_i \quad (5.9)$$

$$X_{ikr} = 0 \quad ; \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n^s \\ k = 1 \\ r = 1, 2, 3, 4 \end{matrix} \quad (5.10)$$

$$X_{ikr} \text{ is integer} \quad ; \quad \forall_i, \forall_k, \forall_r \quad (5.11)$$

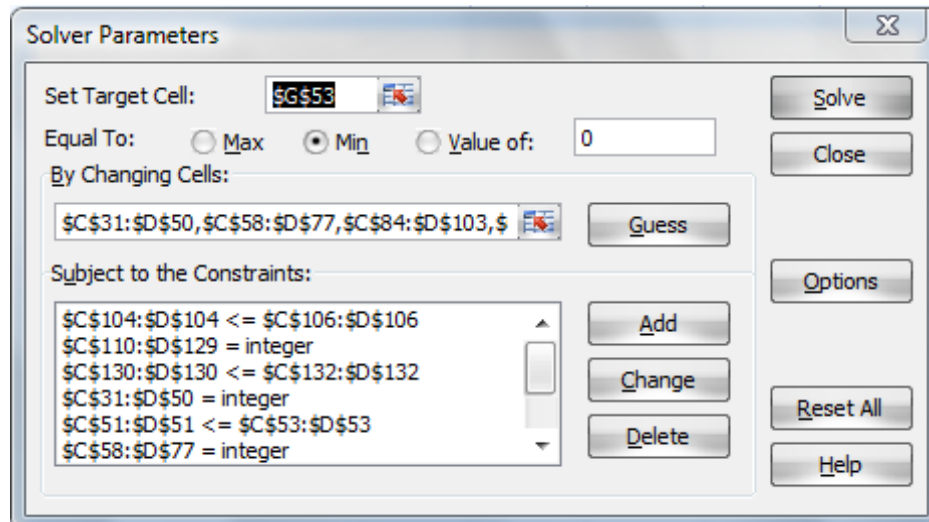
$$X_{ikr} \geq 0 \quad ; \quad \forall_i, \forall_k, \forall_r \quad (5.12)$$

วิธีหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม Excel Solver

การ Set Target Cell ใน Excel Sheet และ Solver Parameter ซึ่งเป็นสมการเป้าหมายของเครื่องเคลือบผิวเวลาที่ใช้ในการผลิตต่ำสุด ซึ่งเป็นการกำหนดสูตรคำนวณ ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละเครื่องเคลือบผิว k และแต่ละรอบการผลิต r หารด้วย อัตราความเร็วของเครื่องเคลือบผิวแต่ละเครื่อง k ดังรูปที่ 5.10 และ 5.11 ตามลำดับ

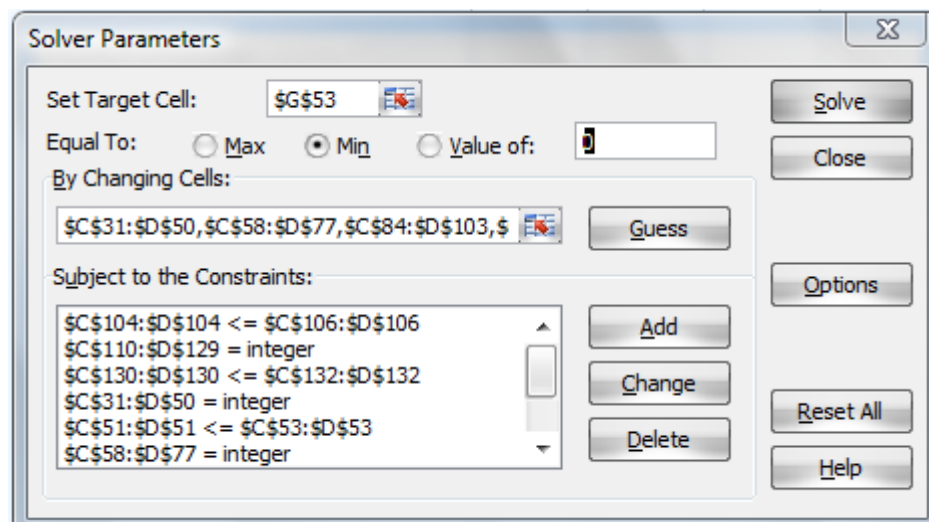
	A	B	C	D	E	F	G
27							
28					Total		
29	รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของเครื่อง		Shipped		
30		คำสั่งซื้อ (X)	เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 1	เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2	Out		Out put
31		TOR ARD 60			0	=	120
32		TOR ARD 60			0	=	180
33		TOR ARD 60			0	=	150
34		SPH ARD 65			0	=	240
35		TOR ARD 65			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 5.10 Set Target Cell ใน Excel Sheet กระบวนการเคลือบผิว



รูปที่ 5.11 Set Target Cell ใน Solver Parameters กระบวนการเลือกผิว

Equal To เป็นการกำหนดให้ผลลัพธ์นั้นเป็นเท่าไร ซึ่งสามารถกำหนดให้คำนวณหา ค่าสูงสุด (Max), ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of:) ซึ่งตามสมการเป้าหมายของโจทย์ ตัวอย่างพบว่าต้องการเวลาการผลิตต่ำสุด ดังนั้นต้องเลือกค่าต่ำสุด (Min) ดังที่แสดงในรูปที่ 5.12

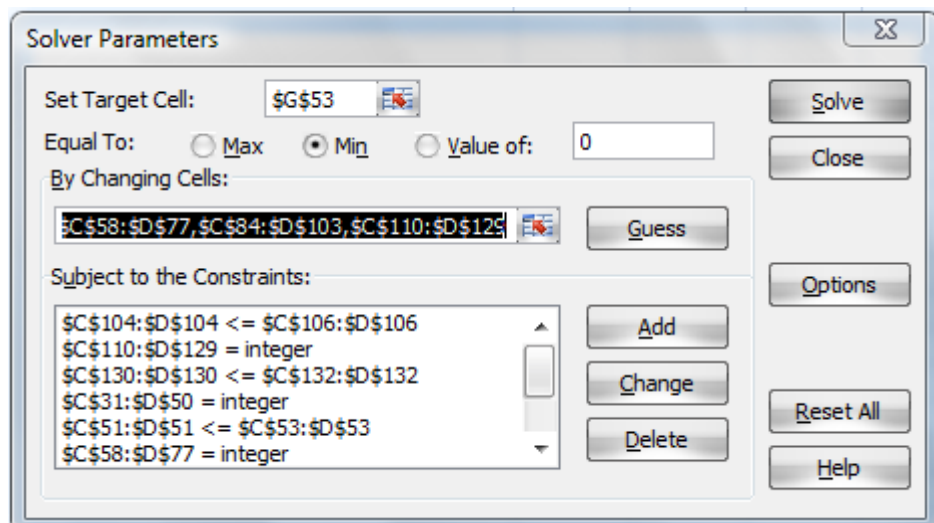


รูปที่ 5.12 การกำหนดค่า Equal To กระบวนการเลือกผิว

By Changing Cells ใน Excel Sheet และ Solver Parameter เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่า ใน โจทย์ ตัวอย่างเป็นเซลล์แสดง ปริมาณคำสั่งซื้อของลูกค้า ที่เข้าเครื่องเคลือบผิวด้วยปริมาณงานที่เหมาะสมที่ จำนวนเท่าไรต่อเครื่องเคลือบผิว และรอบที่เท่าไรในการผลิต ซึ่งเป็นการ เปลี่ยนแปลงจำนวน ปริมาณคำสั่งซื้อ ของลูกค้าแต่ละคำสั่งซื้อ i แต่ละรอบการผลิต r และแต่ละเครื่องเคลือบผิวแต่ละ เครื่อง k ดังแสดงในรูปที่ 5.13 และ 5.14

	A	B	C	D	E
107					Total
108	รอบที่ 4	ผลิตภัณฑ์	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S_k)		Shipped
109		คำสั่งซื้อ (X)	เครื่อง เคลือบผิว	เครื่อง เคลือบผิว	Out
110		TOR ARD 60			0
111		TOR ARD 60			0
112		TOR ARD 60			0
113		SPH ARD 65			0
114		TOR ARD 65			0
115		TOR CB D 65			0
116		TOR ARD 65			0
117		SPH ARD 65			0
118		SPH ARD 65			0
119		TOR ARD 65			0
120		TOR CG D 65			0
121		SPH AR D 65			0
122		TOR ARD 70			0
123		TOR ARD 70			0
124		TOR CBD 70			0
125		TOR ARD 70			0
126		TOR CD 70			0
127		TOR CBD 70			0
128		SPK ARD 70			0
129		TOR CD 70			0
130		Total to M/C	0	0	
131			$\leq$	$\leq$	
132		Machine Capacity	408	498	

รูปที่ 5.13 By Changing Cells ใน Excel Sheet



รูปที่ 5.14 By Changing Cells ใน Solver Parameter

Subject to the Constraints ใน Excel Sheet และ Solver Parameter เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณซึ่งในโจทย์ตัวอย่างได้กำหนดเงื่อนไขไว้ดังนี้

1. ผลรวมของทุกปริมาณคำสั่งซื้อแต่ละเครื่องเคลือบผิว k และแต่ละรอบการผลิต r ต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังการผลิตของแต่ละเครื่องเคลือบผิว k
2. ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อทุกคำสั่งซื้อที่เข้าเครื่องเคลือบผิว k และทุกรอบของการผลิต r ต้องมีค่าเท่า ผลรวมของปริมาณคำสั่งซื้อทั้งหมด
3. จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องเคลือบผิว k รอบที่ r ต้องเป็นจำนวนเต็ม
4. จำนวนปริมาณคำสั่งซื้อ i เข้าเครื่องเคลือบผิว k รอบที่ r ต้องมากกว่าเท่ากับศูนย์
5. คำสั่งซื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเลนส์ 60 มิลลิเมตรไม่สามารถเข้าเครื่องเคลือบผิวข้อ 1 ได้

ดังรูปที่ 5.15 และ 5.16 ตามลำดับ

				Total		
รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S_k)		Shipped		
		เครื่อง เคลือบผิว	เครื่อง เคลือบผิว	Out		Out put
	TOR.ARD 60			0	=	120
	TOR.ARD 60			0	=	180
	TOR.ARD 60			0	=	150
	SPH.ARD 65			0	=	240
	TOR.ARD 65			0	=	80
	TOR.CB D 65			0	=	38
	TOR.ARD 65			0	=	140
	SPH.ARD 65			0	=	100
	SPH.ARD 65			0	=	150
	TOR.ARD 65			0	=	80
	TOR.CG D 65			0	=	20
	SPH.ARD 65			0	=	120
	TOR.ARD 70			0	=	500
	TOR.ARD 70			0	=	320
	TOR.CBD 70			0	=	122
	TOR.ARD 70			0	=	200
	TOR.CD 70			0	=	77
	TOR.CBD 70			0	=	210
	SPK.ARD 70			0	=	120
	TOR.CD 70			0	=	320
	Total to M/C	0	0			
		<=	<=			Minimize total flow time
	Machine Capacity	408	498			0.00

รูปที่ 5.15 Subject to the Constraints ใน Excel Sheet ของเครื่องเคลือบผิว

Solver Parameters

Set Target Cell: 

Equal To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value of:

By Changing Cells: 

Subject to the Constraints:

-
-
-
-
-
-

รูปที่ 5.16 Subject to the Constraints ใน Solver Parameter ของเครื่องเคลือบผิว

เมื่อกำหนดค่าตามตาราง Solver Parameter เรียบร้อยแล้วก็คำนวณผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการเคลือบผิวเลนส์ได้ผลดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 คำนวณผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการเคลือบผิว

คำสั่งซื้อลูกค้า	ปริมาณคำสั่งซื้อ (ชิ้น)	รอบที่ 1 (ชิ้น)	รอบที่ 2 (ชิ้น)	รอบที่ 3 (ชิ้น)	รอบที่ 4 (ชิ้น)
TOR ARD 60	120	0	0	120	0
TOR ARD 60	180	0	0	180	0
TOR ARD 60	150	0	0	150	0
SPH ARD 65	240	0	240	0	0
TOR ARD 65	80	0	0	80	0
TOR CB D 65	38	0	0	38	0
TOR ARD 65	140	0	94	46	0
SPH ARD 65	100	0	100	0	0
SPH ARD 65	150	0	150	0	0
TOR ARD 65	80	0	80	0	0
TOR CG D 65	20	0	20	0	0
SPH AR D 65	120	62	78	0	0
TOR ARD 70	500	498	0	0	2
TOR ARD 70	320	0	144	0	176
TOR CBD 70	122	122	0	0	0
TOR ARD 70	200	199	0	0	1
TOR CD 70	77	0	0	0	77
TOR CBD 70	210	0	0	0	210
SPK ARD 70	120	0	0	0	120
TOR CD 70	320	0	0	0	320

คำสั่งซื้อ TOR ARD 60 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 180 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 3 จำนวน 180 ชิ้น

คำสั่งซื้อ SPH ARD 65 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 240 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 2 เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อ 2 จำนวน 240 ชิ้น

คำสั่งซื้อ TOR ARD 70 มีปริมาณคำสั่งซื้อ 500 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 จำนวน 499 ชิ้น เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อที่ 2 จำนวน 1 ชิ้น เป็นต้น

ดังแสดงในรูปที่ 5.17, 5.18, 5.19 และ 5.20 ตามลำดับ

รอบที่ 1	ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S _c)		Total Shipped		
		เครื่อง เคลือบผิว	เครื่อง เคลือบผิว	Out		Out put
	TOR ARD 60	0	0	120	=	120
	TOR ARD 60	0	0	180	=	180
	TOR ARD 60	0	0	150	=	150
	SPH ARD 65	0	0	240	=	240
	TOR ARD 65	0	0	80	=	80
	TOR CB D 65	0	0	38	=	38
	TOR ARD 65	0	0	140	=	140
	SPH ARD 65	0	0	100	=	100
	SPH ARD 65	0	0	150	=	150
	TOR ARD 65	0	0	80	=	80
	TOR CG D 65	0	0	20	=	20
	SPH AR D 65	42	0	120	=	120
	TOR ARD 70	0	498	500	=	500
	TOR ARD 70	0	0	320	=	320
	TOR CBD 70	122	0	122	=	122
	TOR ARD 70	199	0	200	=	200
	TOR CD 70	0	0	77	=	77
	TOR CBD 70	0	0	210	=	210
	SPK ARD 70	0	0	120	=	120
	TOR CD 70	0	0	320	=	320
	Total to M/C	363	498			
		<=	<=			
	Order Size	408	498			
					Total Time	37.80

รูปที่ 5.17 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องเคลือบผิวรอบที่ 1

รอบที่ 2	ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S _u)	
		เครื่อง	เครื่อง
		เคลื่อนที่	เคลื่อนที่
	TOR ARD 60	0	0
	TOR ARD 60	0	0
	TOR ARD 60	0	0
	SPH ARD 65	0	240
	TOR ARD 65	0	0
	TOR CB D 65	0	0
	TOR ARD 65	0	94
	SPH ARD 65	100	0
	SPH ARD 65	150	0
	TOR ARD 65	80	0
	TOR CG D 65	0	20
	SPH AR D 65	78	0
	TOR ARD 70	0	0
	TOR ARD 70	0	144
	TOR CBD 70	0	0
	TOR ARD 70	0	0
	TOR CD 70	0	0
	TOR CBD 70	0	0
	SPK ARD 70	0	0
	TOR CD 70	0	0
	Total to M/C	408	498
		<=	<=
	Order Size	408	498

รูปที่ 5.18 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องเคลื่อนที่รอบที่ 2

รอบที่ 3	ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S _{ij})	
		เครื่อง	เครื่อง
		เคลื่อนที่	เคลื่อนที่
	TOR ARD 60	0	120
	TOR ARD 60	0	180
	TOR ARD 60	0	150
	SPH ARD 65	0	0
	TOR ARD 65	32	48
	TOR CB D 65	38	0
	TOR ARD 65	46	0
	SPH ARD 65	0	0
	SPH ARD 65	0	0
	TOR ARD 65	0	0
	TOR CG D 65	0	0
	SPH AR D 65	0	0
	TOR ARD 70	0	0
	TOR ARD 70	0	0
	TOR CBD 70	0	0
	TOR ARD 70	0	0
	TOR CD 70	0	0
	TOR CBD 70	0	0
	SPK ARD 70	0	0
	TOR CD 70	0	0
	Total to M/C	116	498
		<=	<=
	Order Size	408	498

รูปที่ 5.19 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องเคลื่อนที่รอบที่ 3

รอบที่ 4	ผลิตภัณฑ์ คำสั่งซื้อ (X)	อัตราความเร็วของ เครื่อง (S_u)	
		เครื่อง	เครื่อง
		เคลือบผิว	เคลือบผิว
	TOR ARD 60	0	0
	TOR ARD 60	0	0
	TOR ARD 60	0	0
	SPH ARD 65	0	0
	TOR ARD 65	0	0
	TOR CB D 65	0	0
	TOR ARD 65	0	0
	SPH ARD 65	0	0
	SPH ARD 65	0	0
	TOR ARD 65	0	0
	TOR CG D 65	0	0
	SPH AR D 65	0	0
	TOR ARD 70	0	2
	TOR ARD 70	0	176
	TOR CBD 70	0	0
	TOR ARD 70	1	0
	TOR CD 70	77	0
	TOR CBD 70	210	0
	SPK ARD 70	120	0
	TOR CD 70	0	320
Total to M/C		408	498
		<=	<=
Order Size		408	498

รูปที่ 5.20 ผลการรันโปรแกรมของเครื่องเคลือบผิวรอบที่ 4

5.4 สรุปผลการประยุกต์งานวิจัย

จากการประยุกต์การใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนการผลิตของกระบวนการอบและกระบวนการเคลือบผิว ซึ่งในทางปฏิบัติงานจริงจำนวนคำสั่งซื้อของลูกค้าและจำนวนผลิตภัณฑ์มีจำนวนมากในการวางแผนการผลิต จึงต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยคำนวณหาปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและรายงานผล โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel Solver ซึ่งวิธีการสร้างคำตอบที่ดีที่สุดในการหาคำตอบในแต่ละรอบของการวางแผนการผลิต จากตารางที่ 5.6 แสดง จำนวนผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการอบ และจากตารางที่ 5.7 จำนวนผลโปรแกรม Excel Solver ของกระบวนการเคลือบผิว

สรุปได้ว่าเวลาการผลิตของทั้งกระบวนการอบและกระบวนการเคลือบผิวใช้เวลาทั้งหมด 61.51 ชั่วโมง จากคำสั่งซื้อของลูกค้าทั้งหมดจำนวน 3,287 ชิ้น ซึ่งจะยกตัวอย่างคำสั่งซื้อของลูกค้าบางคำสั่งซื้อที่เข้ากระบวนการอบและกระบวนการเคลือบผิว ดังนี้ ผลิตภัณฑ์คำสั่งซื้อของลูกค้า TOR ARD 70 ปริมาณคำสั่งซื้อ 500 ชิ้น เข้ากระบวนการอบ เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 1 จำนวน 182 ชิ้น เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 2 จำนวน 18 ชิ้น และเข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องอบที่ 3 จำนวน 300 ชิ้น ต่อจากนั้นเข้าสู่กระบวนการเคลือบผิว เข้ารอบการผลิตที่ 1 เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อ 2 จำนวน 498 ชิ้น และเข้ารอบการผลิตที่ 4 เครื่องเคลือบผิวยี่ห้อ 2 จำนวน 2 ชิ้น ดังตารางที่ 5.8 และตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.8 แสดงข้อมูลตัวอย่างบางคำสั่งซื้อของลูกค้าที่เข้าสู่กระบวนการอบ

จำนวนรอบการผลิต	เครื่องอบที่ 1 (ชิ้น)	เครื่องอบที่ 2 (ชิ้น)	เครื่องอบที่ 3 (ชิ้น)	เครื่องอบที่ 4 (ชิ้น)
รอบที่ 1	182	18	300	0
รอบที่ 2	0	0	0	0

ตารางที่ 5.9 แสดงข้อมูลตัวอย่างบางคำสั่งซื้อของลูกค้าที่เข้าสู่กระบวนการเคลือบผิว

จำนวนรอบการผลิต	ยี่ห้อที่ 1 (ชิ้น)	ยี่ห้อที่ 2 (ชิ้น)
รอบที่ 1	0	498
รอบที่ 2	0	0
รอบที่ 3	0	0
รอบที่ 4	0	2

ตารางที่ 5.10 เปรียบเทียบเวลาในกระบวนการผลิต

เวลาในกระบวนการ ผลิต(ชั่วโมง)	วิธีการผลิต		ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
	แบบเดิม	แบบใหม่		
กระบวนการอบ	27.25	23.71	3.54	12.99%
กระบวนการเคลือบผิว	48.30	37.80	10.50	21.74%