บทที่ 4

การจัดสมดุลสายการผลิต

งานวิจัยนี้ได้จัดทำแบบจำลองปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกับการวิเคราะห์สายการผลิตการประกอบ ซึ่งการจัดสมดุลสายการผลิตเป็นการวิเคราะห์สายการผลิตขั้นต้นถึงความเหมาะสมของขั้นตอนต่างๆที่จัดในสถานีงานต่างๆ แล้วจึงวิเคราะห์ในส่วนอื่นต่อไป

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

สำหรับงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์สายการผลิตผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จซึ่งจะมีทั้งหมดหลายรุ่นด้วยกัน สำหรับขั้นตอนที่แสดงนี้จะเป็นขั้นตอนการผลิตชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จรุ่น Rigel ซึ่งในการเก็บข้อมูลจะมีการผลิต 1 ขา 2 ขา และ 3 ขา ซึ่งจะเรียกเป็น 1x 2x และ 3x ตามลำดับ โดยในตารางที่ 1 จะเป็นข้อจำกัดที่ขั้นตอนบางขั้นตอนต้องจัดอยู่ด้วยกันและบางขั้นตอนไม่สามารถจัดอยู่ด้วยกันได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ขั้นงานในการผลิตชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	ขั้นตอนที่ไม่สามารถจัดไว้ด้วยกันได้	ขั้นตอนที่ต้องจัดไว้ด้วยกัน
1	ตรวจสอบ Barcode		
2	ติด Barcode		
3	Cut & Bend HGA	ทุกขั้นตอน	
4	Clean BFC& HGA ด้วย IPA		5,6
5	Transfer HGA into Arm		4,6
6	Insert Alignment Pin & Alignment		4,5
7	Swaging		
8	Take off Alignment & Alignment Hole		
9	Put on Shipping Comb		
10	Put on Head Protector		

ตารางที่ 4.1 ขั้นงานในการผลิตชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ (ต่อ)

ขั้นตอนที่	รายละเอียด	ขั้นตอนที่ไม่สามารถจัดไว้ด้วยกันได้	ขั้นตอนที่ต้องจัดไว้ด้วยกัน
11	Low Audit HSA		
12	Adjust tube into sleeve guide & clean		
13	Bonding pad		
14	Test time E3		
15	Inspect HSA		
16	Add adhesive pad		
17	UV cure		
18	Low Audit Glue		
19	AQ wash	ทุกขั้นตอน	
20	Clean Head Alignment M/C (sampling)	ยกเว้นขั้นตอน 21	21
21	Head Alignment Test (sampling)	ยกเว้นขั้นตอน 20	20
22	Install Bearing		23
23	Install Screws		22
24	Bearing height check		
25	Audit Bearing & Actuator		
26	Test Arm Height Check (sampling)		
27	Take off head protector		
28	Gram Load Check		
29	Take off shipping comb		30, 31
30	Test Time DET		29, 31
31	Put on Shipping Comb		29, 30
32	Put on Gasket		
33	Put on Seal Keeper		
34	Inspect & Clean HSA		
35	Put on Head Protector		
36	Test QST		
37	Group Lot		

สำหรับขั้นตอนที่ 3 และ 19 เป็นขั้นตอนที่ไม่สามารถจัดรวมกับขั้นตอนอื่นได้และขั้นตอนที่ 20, 21 และ 26 เป็นขั้นตอนที่สุ่มตรวจกับบางชิ้นงานจึงไม่นำมาพิจารณาในการจัดสมดุลสายการผลิต ฉะนั้นจะแบ่งขั้นตอนและเวลามาตรฐานการผลิตใหม่เป็นดังตารางที่ 4.2 (เวลาดังกล่าวคิดค่าเผื่อ 15% แล้ว)

ตารางที่ 4.2 ขั้นงานในการผลิตชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จหลังการจัดใหม่

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		1x	2x	3x
1	ตรวจสอบ Barcode	5.29		
2	ติด Barcode	0.86		
3	Transfer HGA into Arm (ขั้นตอน 4, 5 และ 6) เดิม	35.55		
4	Swaging	26.90		
5	Take off Alignment Pin & Alignment Hole	5.65		
6	Put on Shipping Comb	4.84		
7	Put on Head Protector	2.57		
8	Low Audit HSA	4.86		
9	Adjust tube into sleeve guide & clean	8.24	12.73	16.73
10	Bonding pad	10.19	16.25	21.98
11	Test time E3	18.18	19.25	20.64
12	Inspect HSA	19.75		
13	Add adhesive pad	5.27	8.07	11.30
14	UV cure	34.55		
15	Low Audit Glue	4.30		
16	Install Bearing (ขั้นตอน 22 และ 23 เดิม)	14.21		
17	Bearing height check	0.55		
18	Audit Bearing & Actuator	5.12		
19	Take off head protector	7.71		
20	Gram Load Check	15.30	17.89	20.20
21	Test Time DET (ขั้นตอน 29, 30 และ 31 เดิม)	37.95	47.72	58.79

ตารางที่ 4.2 ขั้นงานในการผลิตชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จหลังการจัดใหม่ (ต่อ)

ขั้นตอน	รายละเอียด	เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		1x	2x	3x
22	Put on Gasket	13.46		
23	Put on Seal Keeper	7.49		
24	Inspect & Clean HSA	22.46		
25	Put on Head Protector	2.54		
26	Test QST	14.32	17.39	20.34
27	Group Lot	4.56		

สำหรับข้อจำกัดที่อยู่ก่อนหน้า (Precedence constraints) จะเรียบเรียงตามข้อมูลขั้นตอนการผลิตตามตารางที่ 4.2 โดยจะแสดงดังรูปที่ 4.1

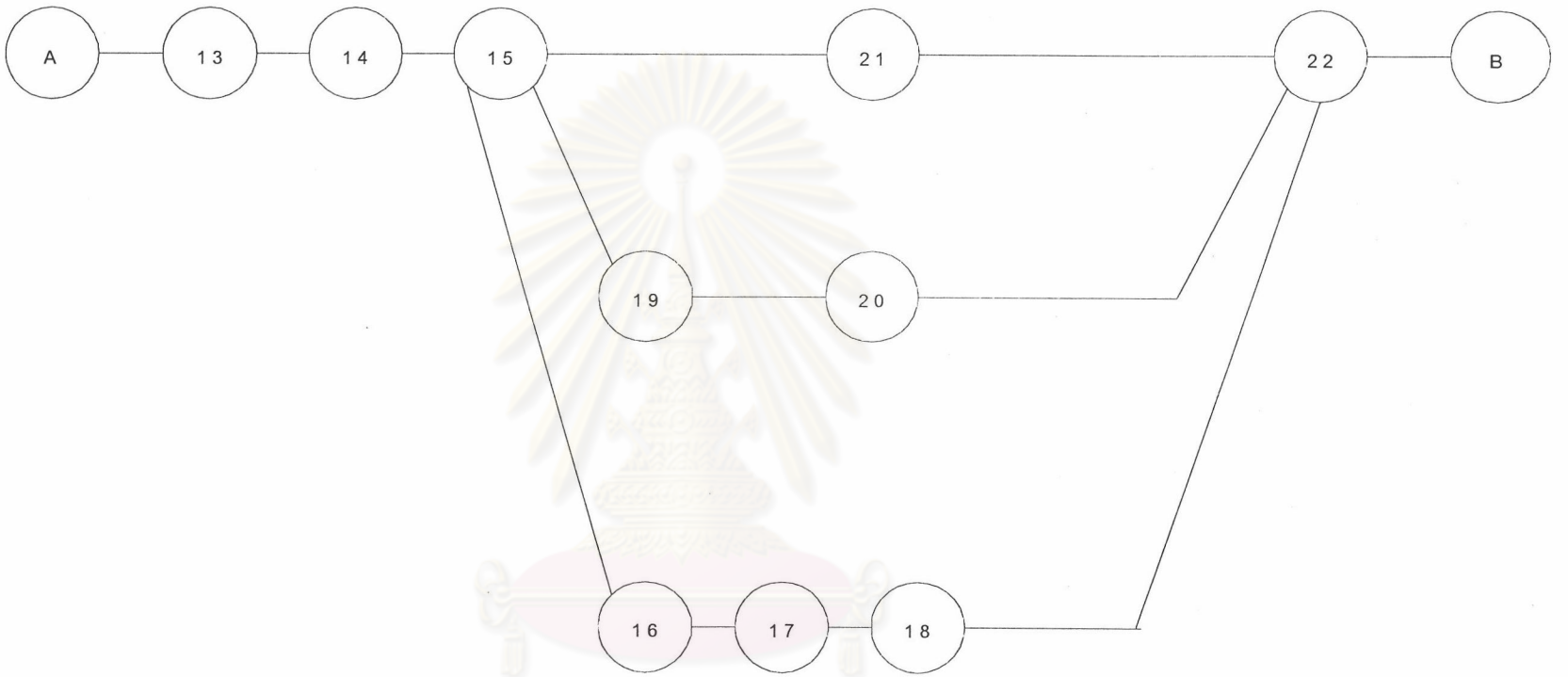
สำหรับปริมาณความต้องการการผลิตของสายการผลิตในแต่ละสายจะมีปริมาณเท่ากันคือ 3,200 ชิ้นต่อหนึ่งสายการผลิต ซึ่งในโรงงานกรณีตัวอย่างจะมีทั้งหมด 7 สายการผลิตและมีปริมาณของเสียประมาณ 1.95% ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 16-20 ก.ค. 2544 ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
Test time E3	0
Head Alignment Test	0
Arm Height Test	0
Bearing Height Check	0
Gram Load Check	0.69
Test DET	0.03
Inspect & Clean HSA	0.29
Test QST	0.94
รวม	1.95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แผนภาพลำดับการทำงานก่อนหลังรวมของผลิตภัณฑ์ชุดหัวอ่าน-เขียนสำเร็จ (ต่อ)

4.2 การจัดสมดุลสายการผลิต

จากข้อมูลความต้องการการผลิตต่อสายการผลิตจะได้รอบเวลาการผลิตที่ใช้ในการจัดสมดุลสายการผลิตดังการคำนวณดังนี้

ความต้องการผลิตจริงต่อวันเมื่อหักจากของเสียคือ

3200 / 0.9805 = 3264 ชิ้น

ในหนึ่งวันจะมีเวลาในการผลิต 21 ชม.ต่อกะ ดังนั้นรอบเวลาการผลิตก็คือ

75600 / 3264 = 23.16 วินาที

จากข้อมูลข้างต้น จะพบว่าในบางขั้นตอนการผลิตจะมีเวลาเกิน 23.16 วินาทีซึ่งจะไม่สามารถจัดเข้าสถานีได้ เนื่องจากผิดหลักการการจัดสมดุลสายการผลิต ดังนั้นจึงกำหนดขั้นตอนที่เกินรอบเวลาการผลิตเหล่านั้นจะเพิ่มสถานีในขั้นงานเป็น 2 สถานีและถ้าเพิ่มสถานีในขั้นงานเป็น 2 สถานีงานย่อยแล้วยังไม่เพียงพอก็จะเพิ่มเป็น 3 สถานี โดยเป็นการพิจารณาการจัดสถานีงานให้เป็นแบบขนานซึ่งจะพบว่ามี 2 ขั้นตอนการผลิตที่เวลาเกินและมีการเพิ่มสถานีและเวลาขั้นตอนการผลิตเป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนสถานีในขั้นงานและเวลาขั้นงาน

ขั้นตอน	รายละเอียด	จำนวนสถานีในขั้นงาน			เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		1x	2x	3x	1x	2x	3x
1	ตรวจสอบ Barcode	2	2	2	2.71		
2	ติด Barcode	2	2	2	0.44		
3	Transfer HGA into Arm	2	2	2	17.78		
4	Swaging	2	2	2	13.45		
5	Take off Alignment Pin & Alignment Hole	2	2	2	2.82		
6	Put on Shipping Comb	2	2	2	2.42		
7	Put on Head Protector				1.29		
8	Low Audit HSA	2	2	2	2.43		

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนสถานีงานที่เพิ่มขึ้นและเวลาขั้นงาน (ต่อ)

ขั้นตอน	รายละเอียด	จำนวนสถานีในขั้นงาน			เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		1x	2x	3x	1x	2x	3x
9	Adjust tube into sleeve guide & clean	2	2	2	4.12	6.36	8.37
10	Bonding pad	2	2	2	5.09	8.12	10.99
11	Test Time E3	1	1	1	18.18	19.25	20.64
12	Inspect HSA	2	2	2	9.87		
13	Add adhesive pad	2	2	2	2.63	4.04	5.65
14	UV cure	2	2	2	17.28		
15	Low Audit Glue	2	2	2	2.15		
16	Install Bearing	2	2	2	7.11		
17	Bearing height check	2	2	2	0.27		
18	Audit Bearing & Actuator	2	2	2	2.56		
19	Take off head protector	2	2	2	3.86		
21	Test Time DET	2	3	3	18.97	15.91	19.60
22	Put on Gasket	2	2	2	6.73		
23	Put on Seal Keeper	2	2	2	3.74		
24	Inspect & Clean HSA	2	2	2	11.23		
25	Put on Head Protector	2	2	2	1.27		
26	Test QST	1	1	2	14.32	17.4	10.17
27	Group Lot	1	1	2	4.56	4.56	2.28

หลังจากนั้นจึงทำการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี COMSOAL โดยใช้โปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นโดยชุดคำสั่งอยู่ในภาคผนวก ง

สำหรับผลที่ได้จากการจัดสมดุลสายการผลิตด้วยวิธี COMSOAL ของผลิตภัณฑ์ Rigel ทั้งประเภท 1x 2x และ 3x เหมือนกันดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิต

สถานีที่	ขั้นงานในสถานี	เวลางานของสถานี (วินาที)		
		1x	2x	3x
1	1, 2 3	20.93	20.93	20.93
2	4, 5, 6, 7, 8	22.41	22.41	22.41
3	9, 10	9.17	14.48	19.36
4	11	18.18	19.25	20.64
5	12, 13	12.5	13.91	15.52
6	14, 15	19.43	19.43	19.43
7	16, 17, 18, 19	13.8	13.8	13.8
8	20	15.3	17.89	20.20
9	21	18.97	15.91	19.6
10	22, 23, 24, 25	22.97	22.97	22.97
11	26, 27	18.88	21.96	12.45
ประสิทธิภาพสายการผลิต		75.43%	79.49%	81.20%
ประสิทธิภาพสายการผลิตรวม				78.70%

4.3 การจัดสมดุลสายการผลิตด้วยการกำหนดจำนวนสถานี

สำหรับการจัดสมดุลสายการผลิตโดยกำหนดจำนวนสถานีงานในงานวิจัยนี้จะต้องการเพิ่มจำนวนผลผลิตหรือลดรอบเวลาการผลิตนั่นเอง ซึ่งข้อจำกัดสำหรับการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการกำหนดจำนวนสถานีงาน รอบเวลาการผลิตจะต้องไม่ต่ำกว่าเวลาขั้นงานที่สูงที่สุด

ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองจัดสมดุลสายการผลิตด้วยการกำหนดจำนวนสถานีเพื่อวิเคราะห์ผลการจัดโดยไม่คำนึงถึงจำนวนการผลิตที่ต้องการ โดยกำหนดสถานีงานที่ต้องการ 15 สถานีงาน สำหรับจำนวนสถานีในขั้นงานสำหรับการจัดสมดุลสายการผลิตจะแสดงในตารางที่ 4.6 และผลการจัดสมดุลสายการผลิตผลิตภัณฑ์ Rigel 1x และ 2x ดังตารางที่ 4.7 และ ผลิตภัณฑ์ Rigel 3x ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนสถานีในขั้นงานและเวลาขั้นงานในการจัดสมดุลสายการผลิตแบบกำหนดจำนวนสถานีงาน

ขั้นตอน	รายละเอียด	จำนวนสถานีในขั้นงาน			เวลาขั้นงาน (วินาที)		
		1x	2x	3x	1x	2x	3x
1	ตรวจสอบ Barcode	1	1	1	5.42	5.42	5.42
2	ติด Barcode	1	1	1	0.88	0.88	0.88
3	Transfer HGA into Arm	2	2	2	17.78	17.78	17.78
4	Swaging	2	2	2	13.45	13.45	13.45
5	Take off Alignment Pin& Alignment Hole	2	2	2	2.82	2.82	2.82
6	Put on Shipping Comb	2	2	2	2.42	2.42	2.42
7	Put on Head Protector	2	2	2	1.29	1.29	1.29
8	Low Audit HSA	2	2	2	2.43	2.43	2.43
9	Adjust tube into sleeve guide & clean	2	2	2	4.12	6.36	8.37
10	Bonding pad	2	2	2	5.09	8.12	10.99
11	Test time E3	1	1	1	18.18	19.25	20.64
12	Inspect HSA	2	2	2	9.87	9.87	9.87
13	Add adhesive pad	2	2	2	2.63	4.04	5.65
14	UV cure	2	2	2	17.28	17.28	17.28
15	Low Audit Glue	2	2	2	2.15	2.15	2.15
16	Install Bearing	2	2	2	7.11	7.11	7.11
17	Bearing height check	2	2	2	0.27	0.27	0.27
18	Audit Bearing & Actuator	2	2	2	2.56	2.56	2.56
19	Take off head protector	2	2	2	3.86	3.86	3.86
20	Gram Load Check	1	1	1	15.30	17.89	20.20
21	Test Time DET	2	3	3	18.97	15.91	19.60
22	Put on Gasket	2	2	2	6.73	6.73	6.73
23	Put on Seal Keeper	2	2	2	3.74	3.74	3.74
24	Inspect & Clean HAS	2	2	2	11.23	11.23	11.23
25	Put on Head Protector	2	2	2	0.85	0.85	0.85
26	Test QST	1	2	2	14.32	8.70	10.17
27	Group Lot	1	2	2	4.56	2.28	2.28

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการกำหนดจำนวนสถานี ผลิตภัณฑ์ Rigel 1x และ 2x

สถานีที่	ขั้นงานในสถานี	เวลางานของสถานี	
		1x	2x
1	1, 2	6.30	6.30
2	3	17.78	17.78
3	4, 5, 6	18.69	18.69
4	7, 8, 9, 10	12.93	18.20
5	11	18.18	19.25
6	12, 13	12.51	13.91
7	14	17.28	17.28
8	15, 16, 17, 18, 19	15.95	15.95
9	20	15.30	17.89
10	21	18.97	15.91
11	22, 23	10.47	10.47
12	24, 25	12.08	12.08
13	26, 27	18.88	10.98
รอบเวลาการผลิต		18.97	19.25
ประสิทธิภาพสายการผลิต		79.20%	77.79%

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการกำหนดจำนวนสถานี ผลิตภัณฑ์ Rigel 3x

สถานีที่	ขั้นงานในสถานี	เวลางานของสถานี (วินาที)
1	1, 2	6.30
2	3	17.78
3	4, 5, 6, 7	19.98
4	8, 9	10.80
5	10	10.99
6	11	20.64
7	12, 13	15.52
8	14, 15	19.43
9	16, 17, 18, 19	13.80

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการกำหนดจำนวนสถานี ผลิตภัณฑ์ Rigel 3x (ต่อ)

สถานีที่	ขั้นงานในสถานี	เวลางานของสถานี (วินาที)
10	20	20.20
11	21	19.60
12	22, 23	10.47
13	24, 25	12.08
14	26, 27	12.45
รอบเวลาการผลิต		20.64
ประสิทธิภาพสายการผลิต		72.68%

ประสิทธิภาพสายการผลิตรวม 76.56%

จากผลการจัดสมดุลสายการผลิตจะพบว่าจำนวนสถานีที่จัดได้น้อยกว่าจำนวนสถานีที่ต้องการเนื่องจากติดข้อจำกัดเวลาของขั้นงานที่มากที่สุด ทำให้เพิ่มจำนวนสถานีให้ครบ 15 สถานีก็ไม่ทำให้ได้รอบการผลิตเร็วขึ้น จึงทำให้จำนวนสถานีสำหรับผลิตภัณฑ์ Rigel 1x และ 2x เป็น 13 สถานีงาน 3x มีจำนวนสถานีงาน 14 สถานี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย