บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ปัญหาอย่างหนึ่งของการผลิตแบบเซลลูลาร์ มักจะเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการจัดลำดับภายในเซลล์ การวิจัยนี้จึงทำการศึกษาและค้นคว้าหาทางเลือกการผลิตที่มีความหลากหลาย เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาในการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ให้น้อยลงและทำการจัดลำดับของขั้นตอนการทำงานภายในเซลล์ โดยวิธีการอบอ่อนจำลอง ในขั้นตอนแรกจะต้องมีการศึกษาหลักของปัญหาในกรสร้างเซลล์ และต่อมาจึงทำการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการอบอ่อนจำลอง

3.1 ปัญหาของการสร้างเซลล์

ในกระการผลิตต่างๆมักจะมีการเคลื่อนย้ายขนถ่ายวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ ซึ่งในโรงงานที่มีจำนวนของเครื่องจักรที่หลากหลายทางด้านรูปแบบของการผลิตหรือเป็นกระบนการผลิตที่ซับซ้อน ก็จะมีจำนวนการเคลื่อนย้ายขนถ่ายวัสดุหรือผลิตภัณฑ์จำนวนมาก จนเกิดการรองานในระบบการผลิตจึงทำให้กระบวนการเกิดความล่าช้า เมื่อเรามองในด้านของค่าใช้จ่ายของการเคลื่อนย้ายขนถ่ายวัสดุ จะมีการเสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องลดการเคลื่อนย้ายขนถ่ายวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ และในปัญหานี้จึงได้นำวิธีการแก้ปัญหาการผลิตแบบเซลลูลาร์ ที่มีความหลากหลายของทางเลือกในระบบการทำงานภายในเซลล์มาช่วย โดยอาศัยจุดเด่นของการสร้างเซลล์และวิธีของการจัดลำดับขั้นตอนของการทำงานภายในเซลล์ คือการนำวัสดุหรือผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่างและกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกันนำมารวมกันเพื่อจัดทำเป็นเซลล์การทำงาน ในการจัดทำเซลล์แบบนี้จะช่วยในการลดการเคลื่อนที่และความซับซ้อนของกระบวนการผลิตให้น้อยที่สุด และปัญหาที่มีผลต่อการจัดเซลล์แบ่งอออกได้เป็นดังนี้คือ

ก. การจัดวางกลุ่มและประเภทของเครื่องจักร

ข. การจัดความคล้ายคลึงของชิ้นงานในการผลิต

ค. การกำหนดขนาดของเซลล์

ง. การกำหนดจำนวนของเซลล์

จำนวนชิ้นส่วน

จำนวนเครื่องจักร

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1			1					1						1	1				1
2		1	1		1			1			1			1			1		1	
3						1	1			1		1	1					1		
4	1			1					1						1	1				1
5						1	1			1		1	1	1				1		
6		1	1		1			1			1						1		1	
7	1			1					1						1	1				1
8						1	1			1		1	1					1		
9		1	1		1			1			1			1			1		1	
10						1	1			1		1	1					1		

รูปที่ 3.1 เมตริกซ์ที่ยังไม่ถูกจัดเซลล์

(**ที่มา** : Shahrukh A Irani, 1999)

จากรูป 3.1 โดยการใช้ปัญหามาสร้างให้อยู่ในรูปแบบเมตริกซ์ ในแถวหลักจะแสดงถึงจำนวนชิ้นส่วนต่างๆ ในกระบวนการผลิต และในคอลัมน์หลักจะแสดงถึงจำนวนของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต และตัวเลข 1 จะแสดงการใช้เครื่องจักรของชิ้นส่วนในกระบวนการผลิต จากรูปจะแสดงให้เห็นว่า ชิ้นส่วนที่ 1 จะใช้เครื่องที่จักรที่ 1, 4, 7 ชิ้นส่วนที่ 2 ใช้เครื่องจักรที่ 2, 6, 9

จำนวนชิ้นส่วน

จำนวนเครื่องจักร

	1	4	9	15	16	20	2	3	15	18	11	14	7	9	16	17	10	12	3	8
1	1	1	1	1	1	1														
4	1	1	1	1	1	1														
7	1	1	1	1	1	1														
2						1	1	1	1	1	1	1	1	1						
6						1	1	1	1	1	1	1	1	1						
9						1	1	1	1	1	1	1	1	1						
3															1	1	1	1	1	1
5															1	1	1	1	1	1
8															1	1	1	1	1	1
10															1	1	1	1	1	1

รูปที่ 3.2 เมตริกซ์ที่ถูกจัดเซลล์แล้ว

(**ที่มา** : Shahrukh A Irani, 1999)

จากรูปที่ 3.2 แสดงให้เห็นถึงการจัดระบบกระบวนการผลิตให้มีระเบียบและแบบแผน โดยนำเอาหลักการผลิตแบบเซลลูลาร์ มาใช้ ในแถวหลักจะแสดงถึงจำนวนชิ้นส่วนต่างๆ ในกระบวนการผลิต และในคอลัมน์หลักจะแสดงถึงจำนวนของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต และสามารถจัดกลุ่มเครื่องจักรได้เป็น 3 เซลล์ โดยการจัดเซลล์จะดูจากการใช้เครื่องจักร ชิ้นส่วนที่คล้ายคลึงกัน กระบวนการผลิตที่เหมือนกัน จะจัดไว้ด้วยกันและส่วนของเครื่องจักรจะนำมาจัดเรียงกันเป็นกลุ่ม

ในการวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดเงื่อนไขของปัญหาการจัดเซลล์การผลิตให้มีลำดับขั้นตอนก่อนหลังในกระบวนการผลิต และภายในเซลล์จะมีการจัดลำดับขั้นตอนที่หลากหลายวิธีการจัดลำดับขั้นตอนก่อนหลัง คือ ภายในเมตริกซ์จะมีตัวเลขแสดงให้เห็นขั้นตอนการผลิต ว่าชิ้นส่วนใดผลิตในเครื่องจักรไหนก่อนตามลำดับ และในการผลิตซึ่งอยู่ตามเงื่อนไขการผลิตที่เป็นเส้นตรงโดยพิจารณาการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์จากข้อมูลดิบที่กำหนดไว้ดังนี้

ก. จำนวนเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

ข. จำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิต

ค. ลำดับในขั้นตอนการผลิต

ง. จำนวนเซลล์ในกระบวนการผลิต

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลของกระบวนการผลิต

Part / Mc	1			2	3	
	ทางเลือกที่			ทางเลือกที่	ทางเลือกที่	
	1	2	3	1	1	2
1	1		2	3	4	4
2		1	1		3	1
3	4	3		2		
4						
5	2		3	1		
6		2			1	2
7			4			
8	3	4			2	
9						3

จากตารางที่ 3.1 ข้อมูลที่ขีดเส้นใต้ คือ ลำดับขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ผ่านเครื่องจักรก่อนหลังตามลำดับตัวเลข และในแต่ละชิ้นส่วนจะมีทางเลือกของการจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน เช่น ชิ้นส่วนที่ 1 มี 3 ทางเลือก

พิจารณาชิ้นที่ส่วนที่ 1 ทางเลือกที่ 1 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 1

ขั้นตอนที่ 2 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 5

ขั้นตอนที่ 3 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 8

ขั้นตอนที่ 4 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 3

พิจารณาชิ้นที่ส่วนที่ 1 ทางเลือกที่ 2 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 6

ขั้นตอนที่ 3 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 3

ขั้นตอนที่ 4 ผ่านเครื่องจักรตัวที่ 8

ตารางที่ 3.2 แสดงการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์

Mc	Part	1			2	3	
		ทางเลือกที่			ทางเลือกที่	ทางเลือกที่	
		1	2	3	1	1	2
Cell1	1	1		2	3	4	4
	2		1	1		3	1
	3	4	3		2		
Cell2	4						
	5	2		3	1		
	6		2			1	2
Cell3	7			4			
	8	3	4			2	
	9						3

ในตารางที่ 3.2 จะแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนระหว่างเซลล์ ซึ่งแบ่งเซลล์ออกเป็น 3 เซลล์ ภายในเซลล์ที่ 1 มีจำนวนเครื่องจักร อยู่ 3 เครื่อง ภายในเซลล์ที่ 2 มีจำนวนเครื่องจักรอยู่ 3 เครื่อง และภายในเซลล์ที่ 3 มีจำนวนเครื่องจักรอยู่ 3 เครื่อง ในแต่ละชิ้นส่วนก็จะมีทางเลือกของขั้นตอนการผลิต พิจารณาในชิ้นส่วนที่ 1 จะเห็นได้ว่ามีทางเลือกอยู่ 3 ทางเลือก จากการสุ่มเลือกวิธีออกมา ก็จะได้วิธีที่ 2 ซึ่งมีการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนระหว่างเซลล์เป็นจำนวน 4 ครั้งพิจารณาในชิ้นส่วนที่ 2 มีจำนวนทางเลือกอยู่ 1 ทางเลือก มีจำนวนการเคลื่อนที่อยู่ 1 ครั้ง และพิจารณาในชิ้นส่วนที่ 3 มีจำนวนทางเลือกอยู่ 2 ทางเลือก จากการสุ่มหาทางเลือก จะได้ทางเลือกวิธีที่ 1 และมีจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์เป็นจำนวน 3 ครั้ง จำนวนทางเลือกจะมี**จำนวนที่หลากหลาย แต่เราจะสุ่มทางเลือกมาเพียงแค่ทางเลือกเดียวเท่านั้น**

ในงานวิจัยนี้ต้องการให้ลดจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์ หรือค่าที่น้อยที่สุดของหน่วยการผลิตซึ่งหาได้จากสมการเป้าหมาย

$$\text{Total Intercell Moves} = \sum_{i=1}^{P} \sum_{k=1}^{k_i-1} |C_{ik} - C_{ik+1}|$$

C_{ik} = เซลล์ที่ขั้นตอนที่ k ของชิ้นส่วน i ต้องไปทำงานที่นั่น

C_{ik+1} = เซลล์ที่ขั้นตอนที่ k+1 ของชิ้นส่วน i ต้องไปทำงานที่นั่น

K_i = จำนวนขั้นตอนที่ชิ้นส่วน i ต้องทำ

C = จำนวนของเซลล์ที่ต้องการ

P = จำนวนของชิ้นส่วนที่ศึกษา

(**ที่มา** : P.Asokan, G.Prabhakaran and G.Satheesh Kumar, 2001)

3.2 ศึกษาหลักการและทฤษฎีของการอบอ่อนจำลอง

ในการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลอย่างมากในการวางแผนกระบวนการจัดเซลล์ จึงจะต้องมีวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการจัดเซลล์ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีการ และในงานวิจัยนี้ได้นำเอาวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีอบอ่อนจำลองมาใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเซลล์ เพื่อช่วยลดในเรื่องของการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนระหว่างเซลล์ ให้มีจำนวนการเคลื่อนที่น้อยที่สุด ซึ่งนำเอาทฤษฎีและหลักการของการอบอ่อนจำลอง มาหาคำตอบที่ดีที่สุดของพื้นที่คำตอบทั้งหมด

การแก้ปัญหาโดยวิธีอบอ่อนจำลอง คือ เป็นการให้ความร้อนของโลหะ และการควบคุมการเย็นตัวของโลหะ ในการให้ความร้อนและการควบคุมการเย็นตัวนี้ เพื่อที่จะทำให้โลหะมีขนาดของผลึกเพิ่มขึ้น และลดความเสียหายที่จะเกิดกับโลหะอีกด้วย ความร้อนที่ให้แก่โลหะจะทำให้อะตอมภายในเนื้อโลหะหลุดออกจากกัน หากมาเทียบกับปัญหาการจัดเซลล์ ตำแหน่งที่มีค่าน้อยสุด (Local optimum) คือคำตอบที่ดีที่สุด (S')

การควบคุมการเย็นตัวของโลหะให้เย็นตัวลงอย่างช้าๆ โลหะจะไม่เกิดความเสียหายในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ในทางตรงข้าม เมื่อโลหะถูกเย็นตัวอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโลหะจะเกิดความเสียหายขึ้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นก็คือ ผิวของโลหะจะมีลักษณะที่ขรุขระ

ในขั้นตอนของที่ทำการจำลองการอบอ่อน แต่ละขั้นตอนนั้นจะแก้ปัญหาด้วยการสุ่ม ดังนั้นค่าที่ได้จากการสุ่มเลือกใหม่จะเป็นค่าที่ถูกเลือกเป็นคำตอบที่ดีที่สุดทันที หากค่าใหม่ที่สุ่มนั้นมีค่าน้อยกว่าค่าของคำตอบ ณ ปัจจุบัน (S) ให้ค่าที่สุ่มนั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดแทน

แต่ถ้าค่าที่สุ่มใหม่นั้นมีค่าของคำตอบ มากกว่าคำตอบที่ดีที่สุด ณ ปัจจุบัน(S) ค่าที่สุ่มใหม่นั้นจะมีโอกาสสุ่มเลือกใหม่ได้อีก จากสมการความน่าจะเป็น ซึ่งความน่าจะเป็นนั้น จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของค่าฟังก์ชันและค่าของอุณหภูมิ (T) ซึ่งกระบวนการอบอ่อนนี้อุณหภูมิจะลดลงเรื่อยๆ จากอุณหภูมิตั้งต้นที่สูงสุดลดลงไปเรื่อยๆจนถึงอุณหภูมิสุดท้าย

3.2.1 **ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอบอ่อนจำลองในการแก้ปัญหาการจัดเซลล์**

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดคำตอบเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้น โดยกำหนดอุณหภูมิที่มีค่ามากกว่าศูนย์ ($T>0$)

ขั้นตอนที่ 3 ถ้ายังไม่ถึงจุด แข็งตัว (Frozen) ให้ไปทำดังนี้

3.1 ทำตามขั้นตอนที่จะกล่าวต่อไปเป็นจำนวน F ครั้ง

3.1.1 หาคำตอบใหม่ (S') จากพื้นที่รอบๆ S การหาค่า S' จะได้คำตอบจากการสุ่ม ที่เรียกว่า RIPS

3.1.2 หาค่าผลต่าง (Δ) ซึ่ง = ผลลัพธ์ของ (S') - ผลลัพธ์ของ (S)

3.1.3 ถ้า $\Delta <= 0$ จะให้ $S' = S$

แต่ถ้าไม่ หมายถึง $\Delta > 0$ จะให้โอกาสโดยการใช้สมการความน่าจะเป็น

$$e^{-(S'-S)rT}$$

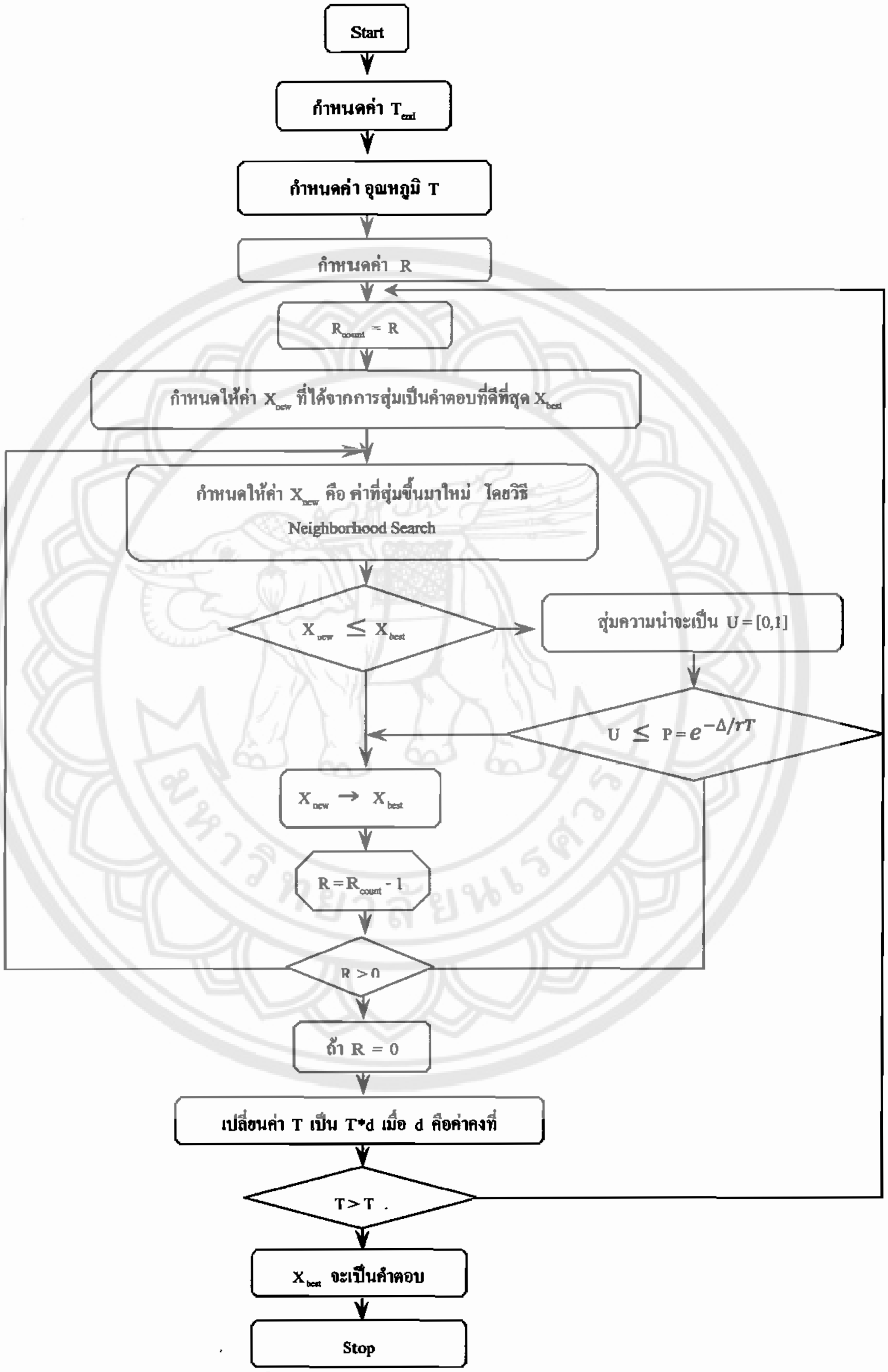
3.2 กำหนดค่า $T = rT$ เมื่อ r คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ลดลง และเมื่อนำ r ไปคูณกับอุณหภูมิ (T) แล้วจะได้ค่าของอุณหภูมิที่ลดลง

ขั้นตอนที่ 4 กลับไปที่ S

เมื่อ	S	คือ	โครงสร้างคำตอบ ณ ปัจจุบัน
	S'	คือ	โครงสร้างคำตอบใหม่
	T	คือ	อุณหภูมิ ณ จุดเริ่มต้น
	T_{end}	คือ	อุณหภูมิหยุด
	r	คือ	ค่าแฟกเตอร์ที่ลดลง

(**ที่มา** : P.Asokan, G.Prabhakaran and G.Satheesh Kumar, 2001)

แผนภาพแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาของการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing)



รูปที่ 3.3 Flow Chart ขั้นตอนการแก้ปัญหาของการอบอ่อนจำลอง

- 3 ก.ย. 2552
I 4654109

TS
176
ก343ก
2551

3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการอบอ่อนจำลองของงานวิจัยการแก้ปัญหาสำนักหอสมุด การจัดหน่วยการผลิตในระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์ ที่มีความยืดหยุ่นของเส้นทางการผลิต

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 **กำหนดคำตอบเบื้องต้น**

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดค่าอุณหภูมิเริ่มต้น โดยกำหนดอุณหภูมิที่มีค่ามากกว่าศูนย์ ($T>0$)

ขั้นตอนที่ 3 ถ้ายังไม่ถึงจุด แข็งตัว (Frozen) ให้ไปทำดังนี้

3.1 ทำตามขั้นตอนที่จะกล่าวต่อไปเป็นจำนวน F ครั้ง

3.1.1 หาคำตอบใหม่ (S') จากพื้นที่รอบๆ S การหาค่า S' จะได้คำตอบจากการสุ่ม ที่เรียกว่า RIPS

3.1.2 หาค่าผลต่าง (Δ) ซึ่ง = ผลลัพธ์ของ (S') - ผลลัพธ์ของ (S)

3.1.3 ถ้า $\Delta <= 0$ จะให้ S' = S

แต่ถ้าไม่ หมายถึง $\Delta > 0$ จะให้โอกาสโดยการใช้สมการความน่าจะเป็น

$$\frac{e(S'-S)}{T}$$

3.2 ค่า All จะมีค่าเพิ่มขึ้น All = All + 1 เมื่อ S' = S

3.3 ค่า Full จะมีค่าเพิ่มขึ้น Full = Full + 1 เมื่อ

3.4 กำหนดค่า $T = rT$ เมื่อ r คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ลดลงเมื่อนำ r ไปคูณกับอุณหภูมิ (T) แล้วจะได้ค่าของอุณหภูมิที่ลดลง และ Fcount < 5

ขั้นตอนที่ 4 กลับไปที่ S

เมื่อ S คือ โครงสร้างคำตอบ ณ ปัจจุบัน

S' คือ โครงสร้างคำตอบใหม่

T คือ อุณหภูมิ ณ จุดเริ่มต้น

T_{end} คือ อุณหภูมิหยุด

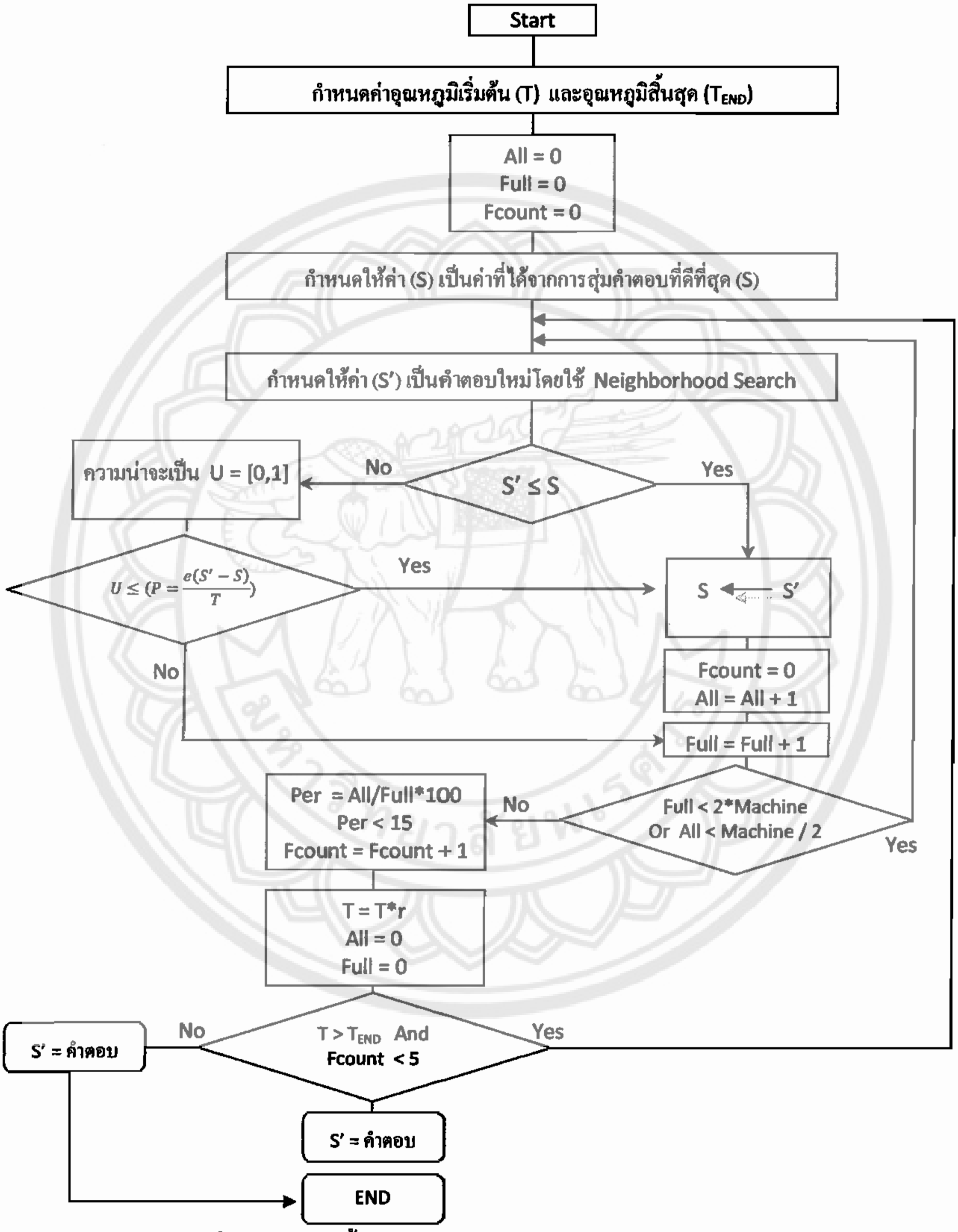
r คือ ค่าแฟกเตอร์ที่ลดลง

All คือ ค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อ S' = S

Full คือ ค่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อ $\Delta > 0$

Fcount คือ จำนวนรอบในการวนโปรแกรมเมื่อได้คำตอบใหม่ที่ดีกว่า คำตอบปัจจุบัน ณ ระดับอุณหภูมิหนึ่ง

แผนผังแสดงฟังก์ชันการทำงานของกระบวนการอบอ่อนจำลองสำหรับงานวิจัย



รูปที่ 3.4 แผนผังขั้นตอนกระบวนการอบอ่อนจำลองสำหรับงานวิจัย

การกำหนดโครงสร้างคำตอบ โครงสร้างคำตอบ ณ ปัจจุบัน (S) สามารถอธิบายและสรุปขั้นตอน ณ ปัจจุบัน ได้ดังนี้

	M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
โครงสร้างคำตอบ →	3	2	1	2	3	2	2	1	3	2	3	3

เมื่อ กำหนดออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกทางด้านซ้ายมือ ส่วนที่สองคือทางขวามือ

ส่วนแรกกำหนดให้

1. จำนวนช่อง แทนด้วยจำนวนของเครื่องจักร 5 เครื่อง ซึ่งเรียงลำดับ 1 – 5 จากซ้ายไปขวา ตามลำดับ
2. ตัวเลขภายในช่อง เป็นเซลล์

ส่วนที่สองกำหนดให้

1. จำนวนช่องแทนด้วยชิ้นส่วน จาก P1 – P7 ไล่จากซ้ายไปขวาตามลำดับ
2. ตัวเลขภายในช่อง เป็นจำนวนทางเลือกในกระบวนการทำงาน

จากข้อมูลข้างต้นในส่วนแรกอธิบายได้ว่า มีจำนวนของเครื่องจักร 5 เครื่อง หมายเลขเครื่อง 1 – 5 ไล่จากซ้ายไปขวาตามลำดับ และจำนวนเซลล์มีทั้งหมด 3 เซลล์ คือ เซลล์ที่ 1, 2 และ 3 อาจกล่าวได้ว่า

Cell 1	เครื่องจักรที่ 3 อยู่ในเซลล์ที่ 1
Cell 2	เครื่องจักรที่ 2, 4 อยู่ในเซลล์ที่ 2
Cell 3	**เครื่องจักรที่** 1, 5 **อยู่ในเซลล์ที่** 3

3.2.3 Neighborhood Search

Neighborhood Search เป็นการสุ่มเพื่อหาคำตอบ (S) ในพื้นที่รอบๆคำตอบปัจจุบัน และในการสุ่มหาคำตอบของปัญหาการจัดเซลล์ ซึ่งจะใช้วิธีการสุ่มที่เรียกว่า Random Insertion Perturbation Scheme (RIPS) ซึ่งในงานวิจัยนี้ มีการใช้ Rips Alternate คือการสุ่มแบบสลับ และ Rips Slide คือการสุ่มแบบเลื่อน มีขั้นตอนวิธีการดังนี้

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลการคำนวณ

Part / Mc	1			2	3		4			5		6	7	
	ทางเลือกที่			ทางเลือกที่	ทางเลือกที่		ทางเลือกที่			ทางเลือกที่		ทางเลือกที่	ทางเลือกที่	
	1	2	3	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1	2
1	1		2	3	2		1	2	2	1		1	1	3
2		1	1		3	2	2				1		2	
3	3	3		2		3	3	1	1		2	2		1
4					1				3	2	3		3	
5	2	2	3	1		1		3		3		3		2

จากข้อมูลข้างต้น จะมีเครื่องจักรอยู่ 5 เครื่อง และมีการจัดกลุ่มเซลล์ออกเป็น 3 เซลล์ซึ่งจะกำหนดให้

P_i = แทนผลิตภัณฑ์ที่ i

M_i = แทนเครื่องจักรที่ i

Sequence (S) คือ

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

3.2.3.1 RIPS แบบสลับ

จากโครงสร้างคำตอบ เราจะแบ่งการหาคำตอบออกเป็นสองส่วน

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ในการสุ่มแบบสลับจะกำหนดตำแหน่งพิจารณาก่อน โดยตำแหน่งที่พิจารณาจะเริ่มกำหนดจากซ้ายไปขวามือไล่ลำดับต่อเนื่องกันไป จากนั้นทำการสุ่มเพื่อหาตำแหน่งที่จะมาแทนที่ตำแหน่งเดิม ในตำแหน่งที่จะทำการสุ่มมีอยู่ 4 ตำแหน่งทางขวามือไม่รวมกับตำแหน่งที่กำหนดพิจารณา การสุ่มตำแหน่งดังกล่าวสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 2 จาก 4 ตำแหน่งที่ทำการสุ่ม จะได้ S' ดังนี้

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

อันดับแรก จะทำการสุ่มตัวเลขมาหนึ่งจำนวนจากจำนวนตัวเลขของชิ้นส่วนที่มี ซึ่งในที่นี้มีจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมด 7 ชิ้นส่วน ตัวเลขที่สุ่มออกมาได้นั้นกำหนดให้เป็นจำนวนชิ้นส่วน และเป็นจำนวนครั้งที่จะต้องมาทำการสุ่มในอันดับต่อไป ในการสุ่มอันดับแรกได้ค่าการสุ่มเท่ากับ 3 จำนวน

อันดับสอง จะนำตัวเลขที่สุ่มมาได้จากอันดับแรก มาเป็นจำนวนครั้งในการสุ่มหาว่าเป็นชิ้นส่วนใดบ้าง ในที่นี้การสุ่มทั้งสามครั้งได้ตัวเลข 2, 3 และ 7 นั่นคือ P2, P3 และ P7 ตามลำดับ

อันดับที่สาม ขั้นตอนการผลิตในแต่ละชิ้นส่วนมีอยู่หลายทางเลือก เราจึงสุ่มหาทางเลือกของชิ้นส่วนที่ได้มาจากการสุ่มในอันดับที่สอง นั่นคือ สุ่มหาทางเลือกของ P2, P3 และ P7 ซึ่งค่าที่สุ่มออกมาในแต่ละชิ้นส่วนคือ 1, 1 และ 2 ตามลำดับ ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_1 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5
3	2	1	2	3

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5
1	2	3	2	3

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	1	1	3	2	1	2

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 2

M1	M2	M3	M4	M5
3	2	1	2	3

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ในการกำหนดตำแหน่งที่ 2 การสุ่มจะมี 2 ทาง ทางซ้ายของตำแหน่งที่ 2 สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 5 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 5 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 2, 4, 3, 5 และ 7 นั่นคือ P2, P4, P3, P5 และ P7 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทาง**เลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในแต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้** P2 = 1, P3 = 1, P4 = 2, P5 = 1 และ P7 = 1 **ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_2 ดังนี้**

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	3	1	2	3	3	1	1	2	1	1	1

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

การสุ่มครั้งที่สอง จะมีการสุ่มจาก 3 ตำแหน่งทางขวามือของตำแหน่งกำหนดพิจารณา สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 2

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ในส่วนที่สองทางขวามือ สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 5 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 5 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 7, 2, 5, 3 และ 1 นั่นคือ P7, P2, P5, P3 และ P1 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในแต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้ P7 = 2, P2 = 1, P5 = 1, P3 = 2 และ P1 = 2 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_3 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	2	1	2	3	1	1	2

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 3

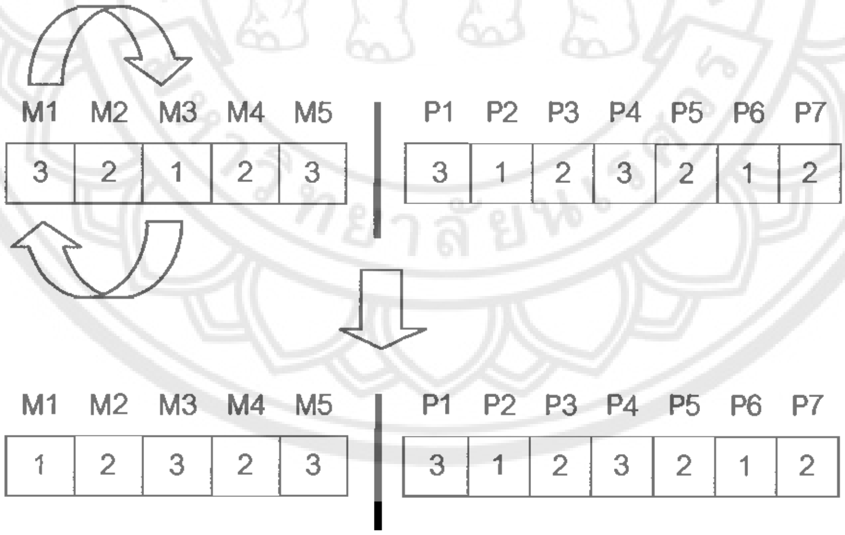
M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ในการกำหนดตำแหน่งที่ 3 การสุ่มจะมี 2 ทาง ทางซ้ายของตำแหน่งที่ 3 ซึ่งมีอยู่ 2 ตำแหน่ง สุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1 การสุ่มครั้งที่สอง จะมีการสุ่มจาก 2 ตำแหน่งทางขวามือของตำแหน่งกำหนดพิจารณา สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 1 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 1 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 4 นั่นคือ P4 จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในชิ้นส่วน ที่ 4 ทำการสุ่มออกมา P4 = 3 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_4 ดังนี้



M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

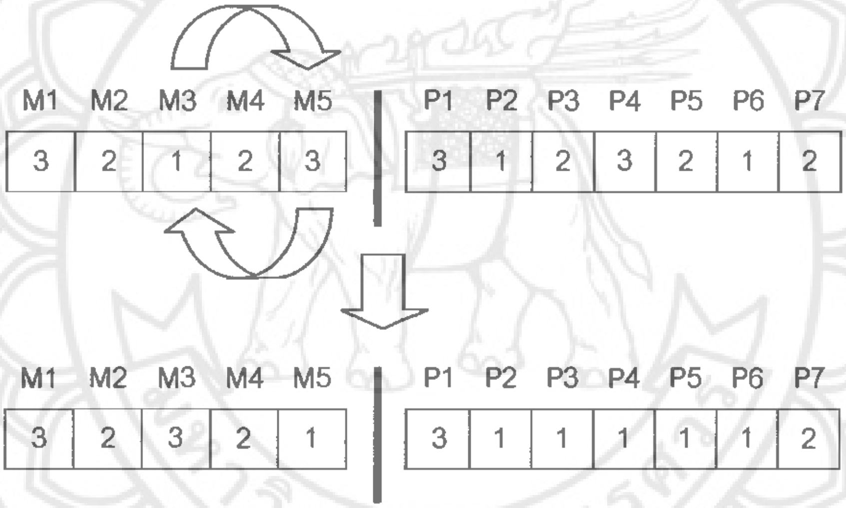
M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	2	3	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

การสุ่มครั้งที่สอง จะมีการสุ่มจาก 2 ตำแหน่งทางขวามือของตำแหน่งกำหนดพิจารณา สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 2

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 3 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 3 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 4, 3 และ 5 นั่นคือ P4, P3 และ P5 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในแต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้ P4 = 1, P3 = 1, และ P5 = 1 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_5 ดังนี้



พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 4

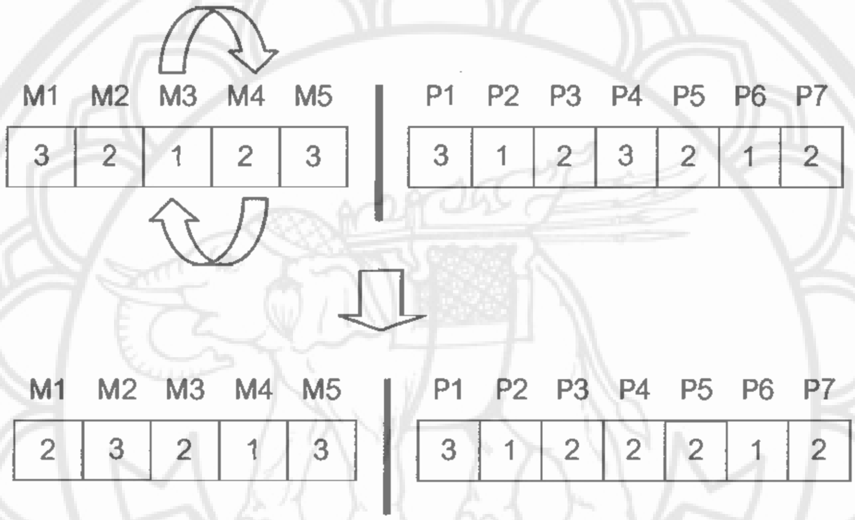
M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ในการกำหนดตำแหน่งที่ 4 การสุ่มจะมี 2 ทาง ทางซ้ายของตำแหน่งที่ 4 ซึ่งมีอยู่ 3 ตำแหน่ง สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 3

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 6 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 6 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 4, 2, 3, 5 ,6 และ 7 นั่นคือ P4, P2, P3, P5, P6 และ P7 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในแต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้ P4 = 2, P2 = 1, P3 = 2, P5 = 2, P6 = 1 และ P7 = 2 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_6 ดังนี้



พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

การสุ่มครั้งที่สอง จะมีเพียงตำแหน่งเดียวทางขวามือของตำแหน่งกำหนดพิจารณา ให้ทำการแทนที่ได้โดยไม่ต้องสุ่ม

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 3 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 3 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 6, 1, และ 4 นั่นคือ P6, P1 และ P4 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีในแต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้ P6 = 1, P1 = 3 และ P4 = 2 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_7 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	3	2		3	1	2	2	2	1	2

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 5

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ในการกำหนดตำแหน่งที่ 5 การสุ่มจะมี ทางซ้ายมือ ของตำแหน่งที่ 5 ซึ่งมีอยู่ 4 ตำแหน่ง สุ่มออกมาได้ ตำแหน่งที่ 4

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

สุ่มจำนวนชิ้นส่วนได้ 2 จำนวน จากนั้น สุ่มหาชิ้นส่วนใดใน 2 จำนวนการสุ่ม สุ่มออกมาได้คือ 4 และ 6 นั่นคือ P4 และ P6 ตามลำดับ จากนั้น สุ่มหาทางเลือกในจำนวนทางเลือกที่มีใน **แต่ละชิ้นส่วน ทำการสุ่มออกมาได้ P4 = 3 และ P6 = 1 ในการหาคำตอบทั้งสองส่วน ดังกล่าวจะได้ S'_8 ดังนี้**

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	3	2	1	3		3	1	2	3	2	1	2

สามารถหาค่า S' ได้ทั้งหมด 2(n-1) ตัว

โดยที่ n = จำนวนเครื่องจักร

เพราะฉะนั้นสามารถหา S' ได้ทั้งหมด 8 ตัว

จะได้ค่า S' ที่น้อยที่สุด จากการประมวลผลของโปรแกรม ที่ประมวลจาก S' ทั้ง 8 ตัว นำค่า S' ที่น้อยที่สุดมาเปรียบเทียบกับ S โดยการเปรียบเทียบว่าค่าใดในการเปรียบเทียบมีจำนวนการเคลื่อนที่ระหว่างเซลล์น้อยที่สุด ค่าที่น้อยที่สุดนั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุด

วิธีการเปรียบเทียบ ค่า S กับ S'

กำหนด Sequence (S)คือ

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

และ S' ที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม คือ S'_4

M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	2	3	2	3		3	1	2	3	2	1	2

จาก S สามารถทำการจัดเซลล์ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนระหว่างเซลล์ของ S

Part		1			2	3		4			5		6	7	
		ทางเลือกที่			ทางเลือกที่	ทางเลือกที่		ทางเลือกที่			ทางเลือกที่		ทางเลือกที่	ทางเลือกที่	
Mc		1	2	3	1	1	2	1	2	3	1	2	1	1	2
Cell 1	3	3	3		2		3	3	1	1	1	2	2		1
Cell 2	2		1	1		3	2	2				1		2	
	4					1				3		3		3	
Cell 3	1	1	2	2	3	2		1	2	2	2		1	1	3
	5	2		3	1		1		3		3		3		2

S' สามารถจัดเซลล์ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนระหว่างเซลล์ของ S'

Part		4		
		ทางเลือกที่		
Mc		1	2	3
Cell 1	1	1	3	1
Cell 2	2	3	1	3
	4	2	2	
Cell 3	3			2
	5			

3.2.3.2 RIPS แบบเลื่อน

(**ที่มา** : P.Asokan, G.Prabhakaran and G.Satheesh Kumar, 2001)

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 1

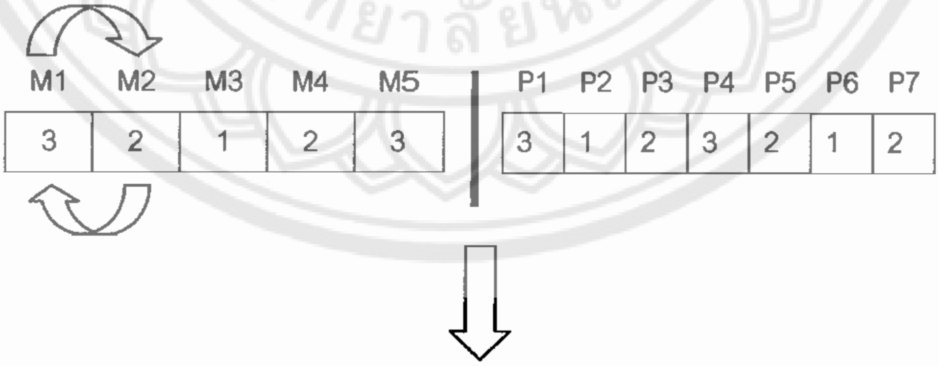
M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3		3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 4 ตำแหน่งทางขวามือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 4 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P6, P7, P3 และ P4 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P6 = 1, P7 = 2, P3 = 1 และ P4 = 3 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S', ดังนี้



M1	M2	M3	M4	M5		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	3	1	2	3		3	1	1	3	2	1	2

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 1 ตำแหน่งทางซ้ายมือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 2 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P7 และ P3 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P7 = 1 และ P3 = 1 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_2 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	3	1	2	3	3	1	1	3	2	1	1

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 3 ตำแหน่งทางขวามือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 2

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 6 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P4, P2, P7, P6, P5 และ P1 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P4 = 1, P2 = 1, P7 = 2, P6 = 1, P5 = 2 และ P1 = 2 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_3 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	1	2	2	3	2	1	2	1	2	1	2

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 3

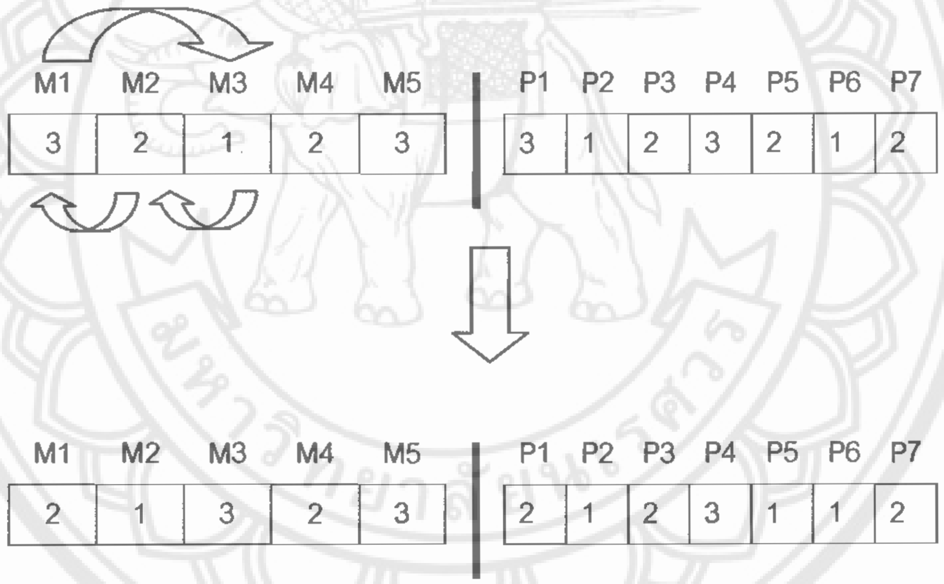
M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 2 ตำแหน่งทางซ้ายมือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 5 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P2, P1, P5, P3 และ P6 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P2 = 1, P1 = 2, P5 = 1, P3 = 2 และ P6 = 1 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_4 ดังนี้

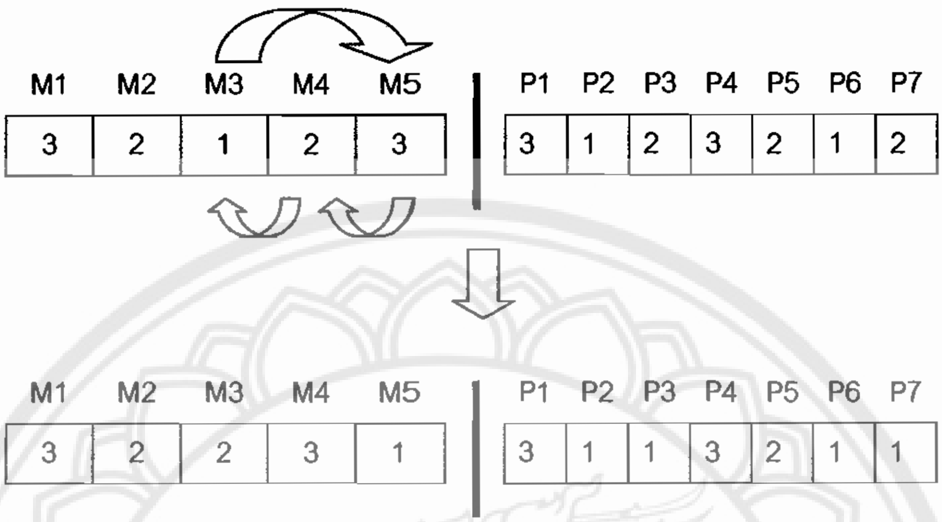


พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 2 ตำแหน่งทางขวามือของตัวกำหนด**พิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 2**

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 4 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P3, P4, P7 และ P2 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P3 = 1, P4 = 3, P7 = 1 และ P2 = 1 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_5 ดังนี้



พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 4

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 3 ตำแหน่งทางซ้ายมือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 2 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P1 และ P4 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P1 = 3 และ P4 = 1 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_6 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
2	1	2	3	3	3	1	2	1	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 1 ตำแหน่งทางขวามือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 1

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 5 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P7, P6, P5, P1 และ P4 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P7 = 1, P6 = 1, P5 = 1, P1 = 3 และ P4 = 2 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าว จะได้ S'_7 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	3	2	3	1	2	2	1	1	1

พิจารณาในการกำหนดตำแหน่งที่ 5

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

พิจารณาในส่วนเครื่องจักรทางซ้ายมือ

ทำการสุ่มหาตำแหน่งมาแทนที่ตำแหน่งเดิมได้ 3 ตำแหน่งทางซ้ายมือของตัวกำหนดพิจารณา ทำการสุ่มออกมาได้ตำแหน่งที่ 2

พิจารณาในส่วนชิ้นส่วนทางขวามือ

ทำการสุ่มจำนวนชิ้นส่วน และทางเลือกของแต่ละชิ้นส่วนที่สุ่ม ทำการสุ่มออกมาได้จำนวนชิ้นส่วน 6 จำนวน สุ่มชิ้นส่วนได้ P5, P1, P7, P2, P6 และ P3 สุ่มหาทางเลือกในชิ้นส่วนได้ P5 = 1, P1 = 3, P7 = 2, P2 =1, P6 = 1 และ P3 = 1 ในการสุ่มหาคำตอบทั้งสองส่วนดังกล่าวจะได้ S'_8 ดังนี้

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2

M1	M2	M3	M4	M5	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
3	1	2	3	2	3	1	1	3	1	1	2

จากการหาคำตอบ S' ทั้ง 8 ตัว แล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลหาค่าที่น้อยที่สุด และนำค่านั้น มาเปรียบเทียบกับ S ซึ่งค่าตัวใดที่มีการเคลื่อนทีระหว่างเซลล์น้อยที่สุดจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด โดยวิธีการเปรียบเทียบค่า S' กับ S ทำเช่นเดียวกับ RIPS แบบสลับในหัวข้อข้างต้น

3.3 **เขียนโปรแกรม** Visual Basic for Application

ทำการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรม Visual Basic for Application ซึ่งโปรแกรมจะอยู่ใน Microsoft Exel และลงมือเขียนโปร่แกรม

3.4 **ทดสอบโปรแกรมการใช้งาน**

นำข้อมูลมาทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นใน Visual Basic for Application เพื่อให้แน่ใจว่าการประมวลผลของโปรแกรมสามารถนำมาช่วยแก้ปัญหาการจัดหน่วยการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.5 **สรุปผลที่ได้จากการทดสอบโปรแกรม**

ทำการทดสอบโปรแกรม Visual Basic for Application โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาวิธีอบอ่อนจำลองเพื่อนำผลที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากวิธีการแก้ปัญหาแบบเจเนติกอัลกอลิทึม เพื่อพิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหาแบบใดมีผลลัพธ์ที่ดีกว่า