บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการดำเนินงานวิจัย ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการหาการจัดลำดับการทำงานของเครนท่าเรือ ด้วยหลักการของการอบอ่อนจำลอง (Simulated Annealing ,SA) เกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของโปรแกรม ข้อจำกัดในการทำงานของโปรแกรม หลักการทำงานของโปรแกรม ผลการทำงานของโปรแกรม พร้อมทั้งเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการทำงานของโปรแกรมเทียบกับโปรแกรม LINGO

4.1 รูปแบบของโปรแกรม

โปรแกรมช่วยในการจัดลำดับการทำงานของเครน จะประกอบด้วยส่วนหลักๆ 3 ส่วน คือ

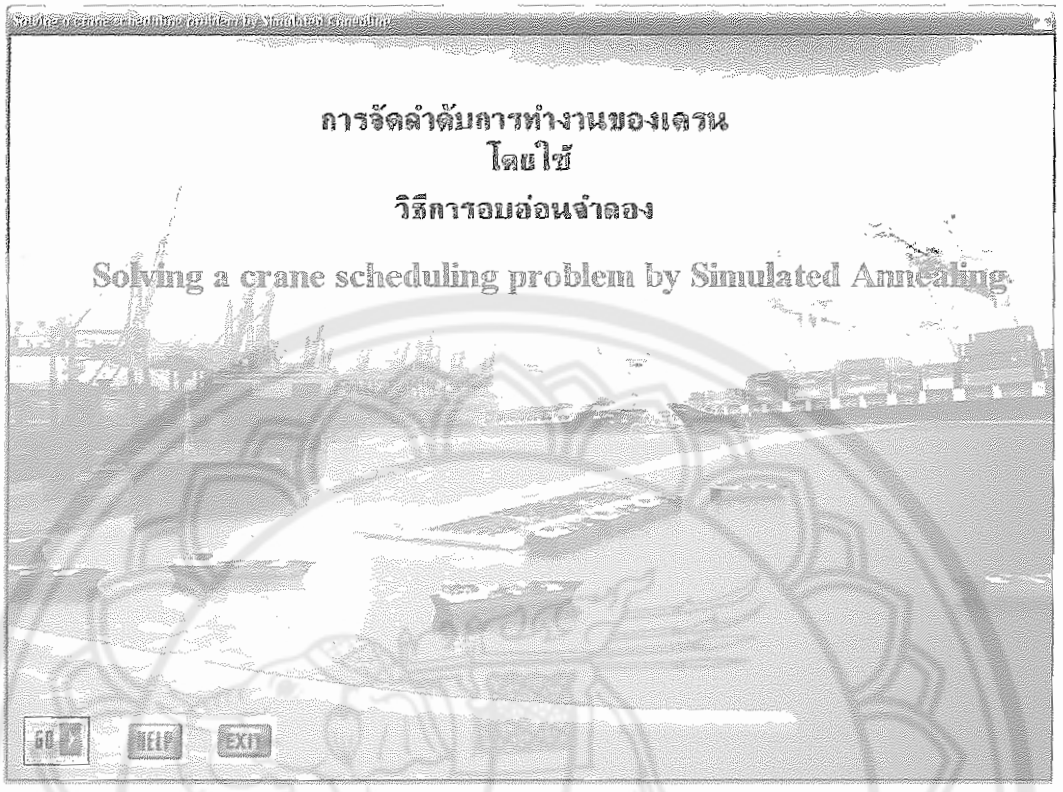
1. ส่วนต้อนรับเข้าสู่โปรแกรม
2. ส่วนรับข้อมูลเพื่อใช้ประมวลผล
3. ส่วนแสดงผลการทำงานของโปรแกรม

วิธีการใช้งาน และผลที่ได้จากการทำงาน ของทั้ง 3 ส่วนนี้ของโปรแกรม จะกล่าวละเอียดในหัวข้อต่อไป

4.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

4.2.1. ส่วนต้อนรับเข้าสู่โปรแกรม

ส่วนนี้จะเป็นหน้าต่างที่แสดงข้อความต้อนรับเข้าสู่โปรแกรม หน้าต่างแรกเป็นส่วนแสดงข้อความต้อนรับ และหน้าที่สองเป็นหน้าเมนูหลักที่ใช้เชื่อมต่อ เพื่อเข้าสู่ส่วนรับข้อมูล ดังรูปที่ 4.1

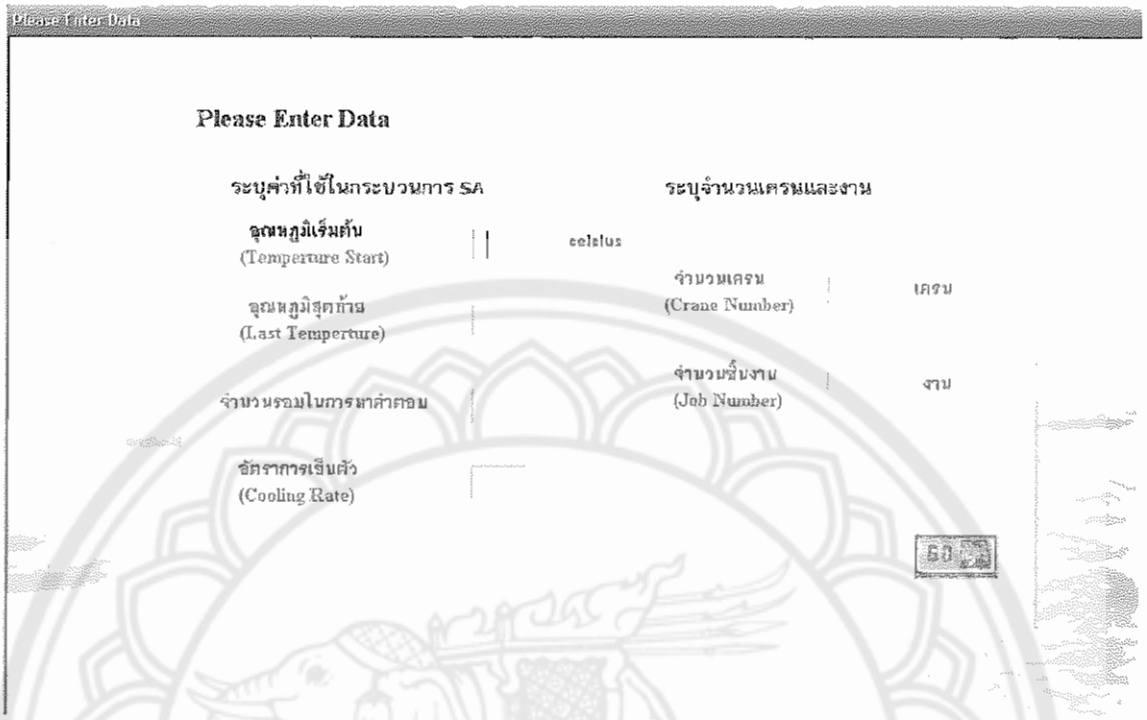


รูปที่ 4.1 หน้าเมนูหลักของโปรแกรม

ประกอบด้วยปุ่ม GO เพื่อนำเข้าสู่ส่วนรับข้อมูล ปุ่ม HELP เพื่อแสดงข้อความแนะนำเกี่ยวกับหลักการใช้โปรแกรมสำหรับผู้ใช้ และปุ่ม EXIT เพื่อออกจากโปรแกรม

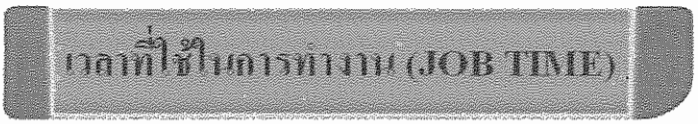
4.2.2. ส่วนรับข้อมูลเพื่อประมวลผล

ส่วนรับข้อมูลจะอยู่ในหน้าต่าง Please Enter Data ทำหน้าที่ รับข้อมูลจากผู้ใช้ มีอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกรับข้อมูลที่เป็นค่าต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการ SA และส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่รับข้อมูลของปัญหา คือ จำนวนเครนที่ใช้ทำงาน จำนวนงานที่ต้องการทำงาน และมีปุ่ม GO เพื่อเข้าสู่หน้าที่ 4 ของโปรแกรม เพื่อกรอกข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงาน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าต่างรับข้อมูล Please Enter Data

หน้าที่ 4 ของโปรแกรม ในรูปที่ 4.3 เป็นส่วนรับข้อมูลเวลาในการทำงานแต่ละงาน จะแสดงจำนวนชิ้นงาน และจำนวนเครน ที่ต้องการให้โปรแกรมประมวลผล และมีปุ่ม ENTER เพื่อเข้าสู่หน้าประมวลผลการทำงานของโปรแกรมในการช่วยหาลำดับการทำงานของเครน อยู่ในหน้าที่ 5 ของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.4 เมื่อกดปุ่ม ENTER ในรูปที่ 4.3 เข้าสู่หน้าประมวลผลการทำงานของโปรแกรม และจะทำการจัดลำดับการทำงานของเครนหนึ่งรูปแบบ พร้อมทั้งเวลาในการทำงานของกระบวนการ ไว้ในหน้าประมวลผลของโปรแกรม



จำนวนชิ้นงาน (Number)	10
จำนวนเครน (Numofcrane)	5

ลำดับชิ้นงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
เวลาที่ใช้ในการทำงาน	26	18	26	30	18	55	30	15	30	15

ENTER

Welcome \ EnterData / Solve /

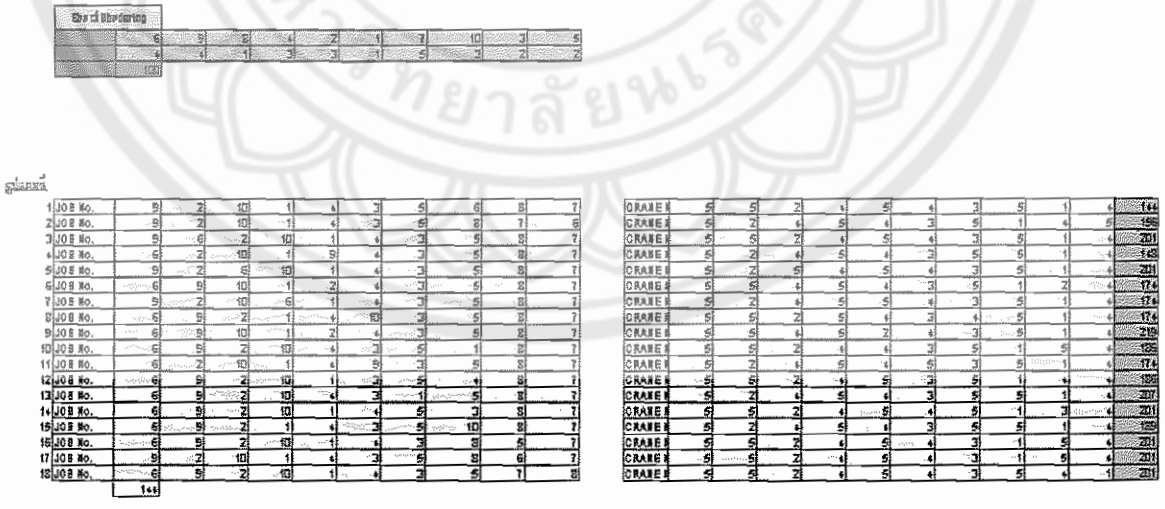
รูปที่ 4.3 หน้าที่ 4 ของโปรแกรม ส่วนรับข้อมูลเวลาในการทำงานแต่ละงาน

4.2.3. ส่วนแสดงผลการทำงานของโปรแกรม

หน้าที่ 5 ของโปรแกรม ในรูปที่ 4.4 จะเป็นหน้าที่แสดงผลการจัดลำดับการทำงานของเครน และเวลาที่ใช้ในกระบวนการทำงานทั้งหมดของการจัดลำดับการทำงานรูปแบบแรก พร้อมทั้งแสดงค่าต่างๆ ที่ใช้ในการประมวลผลการทำงานของโปรแกรม ที่ผู้ใช้ได้ป้อนข้อมูลเริ่มต้น

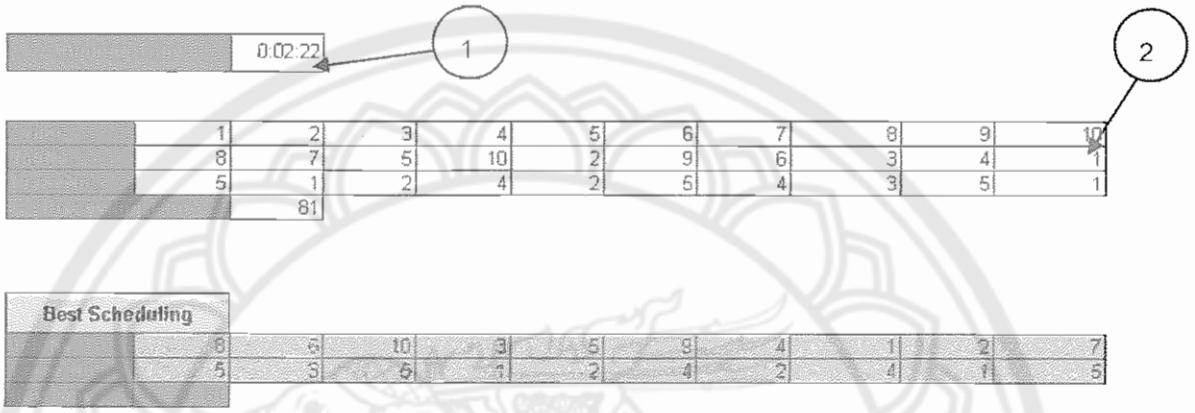
เมื่อกดปุ่ม START โปรแกรมจะทำการประมวลผล และจะแสดงผลของการทำงานเป็นรูปแบบการจัดลำดับการทำงานของเครนพร้อมทั้งเวลาในการบวนการทำงานแต่ละแบบการจัดเรียงดังที่แสดงให้เห็น หน้าที่ 5 ของโปรแกรม

รูปที่ 4.4 หน้าที่ 5 ของโปรแกรมแสดงการสุ่มการจัดเรียงและเวลาในการทำงานของกระบวนการทั้งในการแบบการจัดเรียงเริ่มต้น



รูปที่ 4.5 หน้าที่ 5 ของโปรแกรมแสดงการสุ่มการจัดเรียง และเวลาในการทำงานของกระบวนการทั้งในการแบบการจัดในแต่ละแบบที่ทำการประมวลผลได้

นอกจากนี้ส่วนของหน้าแสดงผลยังแสดง รูปแบบการจัดเรียงที่ดีที่สุด ที่ตำแหน่งหมายเลข 2 ในรูปที่ 4.6 และเวลาในการทำงานของกระบวนการ ที่ตำแหน่งหมายเลข 1 ในรูปที่ 4.6 ในรูปแบบการจัดเรียงนั้นด้วย พร้อมทั้งแสดงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรมอีกด้วย



รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบการจัดเรียงที่ดีที่สุด และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล

ส่วนปุ่ม

เป็นปุ่มที่สั่งให้กลับไปกรอกข้อมูลในส่วนรับข้อมูลส่วนที่ 1 ของโปรแกรมเพื่อทำการกรอกข้อมูลใหม่ในการประมวลผล

และปุ่ม

เป็นปุ่มที่สั่งให้กลับไปกรอกข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละงานใหม่ใน หน้าที่ 4 ของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.3

4.3 ความสามารถในการทำงานของโปรแกรม

1 .สามารถใช้ประมวลผลปัญหาที่มีขนาด และเวลาที่ใช้ในการทำงานของปัญหาที่ไม่จำกัดขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

2 .โปรแกรมสามารถแสดงรูปแบบการจัดเรียงลำดับการทำงานที่ดี และเวลาในกระบวนการทำงานทั้งสิ้น

4.4 ผลลัพธ์จากการใช้โปรแกรม ในการประมวลผลหาผลลัพธ์

ทำการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยการเปรียบเทียบกับโปรแกรม LINGO โดยอยู่ภายใต้จำนวนเครน, จำนวนงาน และเวลาแต่ละงานที่เท่ากัน ทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 12 ปัญหา เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ในการจัดลำดับการทำงานของเครน โดยผลการทดลองที่ได้ จากโปรแกรมคือ เวลาที่เครนทำงานทั้งหมดเสร็จสิ้น (C_{max}) และเวลาในการประมวลผล (Run time)

โดยกำหนดค่า ที่ใช้ในกระบวน SA ดังนี้

อุณหภูมิเริ่มต้น = 100 องศาเซลเซียส (Zhu และ Lim, 2005)

อุณหภูมิสุดท้าย = 0.00001 องศาเซลเซียส (Zhu และ Lim, 2005)

อัตราการเย็นตัว = 0.9

ค่าคงที่ Boltzmann = 1.38×10^{-23} จูล / โมเลกุล

จำนวนรอบในการวนแต่ละอุณหภูมิ (R) = 5

ทำการทดลองปัญหาละ 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประมวลของโปรแกรม SA ในปัญหาต่างๆ

ปัญหาที่	จำนวนเครน	จำนวนงาน	เวลาของงาน (นาที)	เวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)		เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (วินาที)	
				เฉลี่ย	น้อยที่สุด	เฉลี่ย	น้อยที่สุด
1	3	5	2, 3, 4, 5, 3	8	8	21.5	19
2	3	5	15, 17, 23, 12, 10	32	32	18.9	18
3	3	6	5, 1, 2, 8, 1, 2	8	8	23.8	23
4	3	6	13, 32, 22, 17, 25, 19	45	45	24.3	23
5	3	7	36,24,24,41,35,33,15	77	77	29.3	29
6	3	8	15, 12, 27, 28, 11, 22, 41, 35	70.5	69	36.5	35
7	5	6	11, 22, 10, 10, 10, 6	22	22	26.8	25
8	5	7	1, 2, 4, 1, 2, 1, 1	4	4	30.9	30
9	5	8	25, 25, 35, 25, 25, 35, 25, 25	56	50	37.9	37
10	5	9	4, 4, 4, 3, 3, 7, 2, 2, 7	9	9	45.5	45
11	5	10	26,18,26,30,18,55,30,15,30,15	73	70	54	53
12	5	12	20,22,25,20,29,21,25,29,25,23,24,27	75.5	74	80.1	73

ตาราง 4.2 ตัวอย่างปัญหาและผลการประมวลผลของแบบจำลองของ Zhu และ Lim และแบบจำลองของเอราวิล และคณะ

ปัญหาที่	จำนวนเครน	จำนวนงาน	เวลาของงาน (นาที)	แบบจำลองของ Zhu และ Lim			แบบจำลองของเอราวิล และคณะ		
				เวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล	สถานะ	เวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล	สถานะ
1	3	5	2, 3, 4, 5, 3	8	4 s.	Optimum	8	1 s.	Optimum
2	3	5	15, 17, 23, 12, 10	32	3 s.	Optimum	32	1 s.	Optimum
3	3	6	5, 1, 2, 8, 1, 2	8	4 s.	Optimum	8	1 s.	Optimum
4	3	6	13, 32, 22, 17, 25, 19	45	28 s.	Optimum	45	2 s.	Optimum
5	3	7	36,24,24,41,35,33,15	77	7min.43s.	Optimum	77	1min.11 s.	Optimum
6	3	8	15, 12, 27, 28, 11, 22, 41, 35	68	16min.19s.	Optimum	68	1 min.	Optimum
7	5	6	11, 22, 10, 10, 10, 6	22	55 s.	Optimum	22	1 s.	Optimum
8	5	7	1, 2, 4, 1, 2, 1, 1	4	1 min.43s.	Optimum	4	1 s.	Optimum
9	5	8	25, 25, 35, 25, 25, 35, 25, 25	50	39min. 25s.	Optimum	50	4 s.	Optimum
10	5	9	4, 4, 4, 3, 3, 7, 2, 2, 7	9	71hr. 9min.	Feasible	9	24 s.	Optimum
11	5	10	26,18,26,30,18,55,30,15,30,15	74	8hr.45min	Feasible	66	40min.34s.	Optimum
12	5	12	20,22,25,20,29,21,25,29,25,23,24,27	[91,41]	71hr. 59min	Feasible	[69,49]	72hr.	Feasible

ตารางที่ 4.3 แสดงเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) ที่เป็นค่าเฉลี่ย และน้อยที่สุด

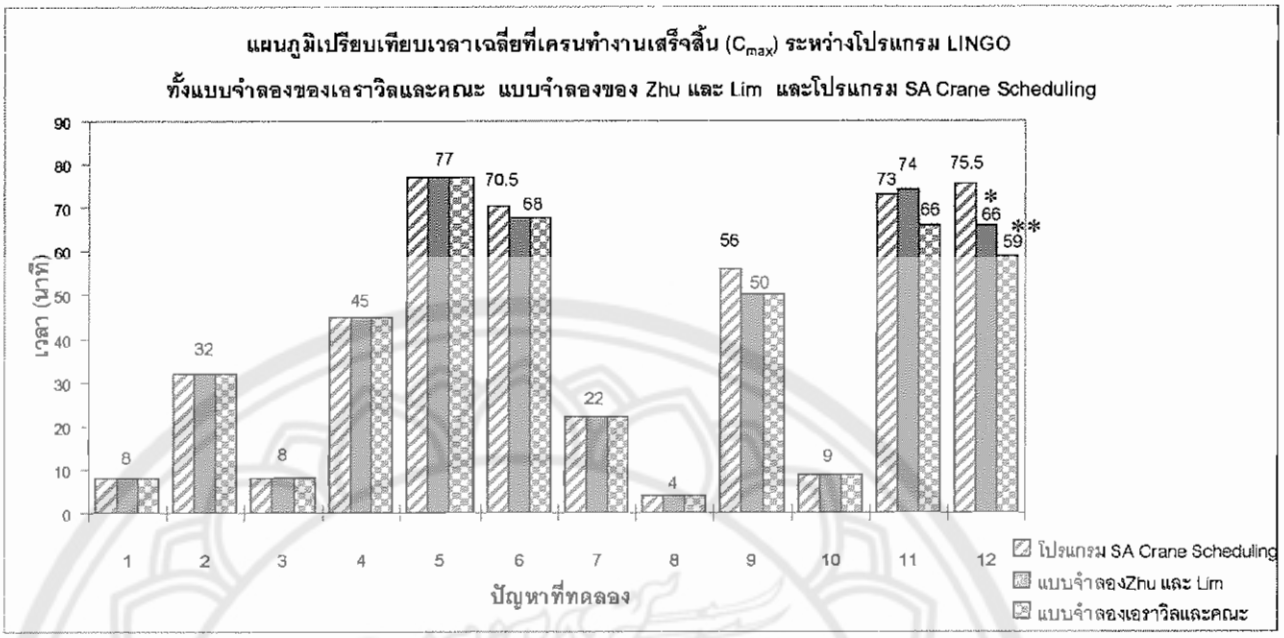
ปัญหาที่	เวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)		เวลาเฉลี่ยที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)			เวลาที่น้อยที่สุดที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (นาที)		
	โปรแกรม LINGO		วิธีการSA	ผลต่างของ SA เมื่อเทียบกับ		วิธีการ SA	ผลต่างของ SA เมื่อเทียบกับ	
	แบบจำลอง Zhu และ Lim	แบบจำลองของเอราวิล		แบบจำลอง Zhu และ Lim	แบบจำลองของเอราวิล		แบบจำลอง Zhu และ Lim	แบบจำลองของเอราวิล
1	8	8	8	0.0%	0.0%	8	0.0%	0.0%
2	32	32	32	0.0%	0.0%	32	0.0%	0.0%
3	8	8	8	0.0%	0.0%	8	0.0%	0.0%
4	45	45	45	0.0%	0.0%	45	0.0%	0.0%
5	77	77	77	0.0%	0.0%	77	0.0%	0.0%
6	68	68	70.5	3.5%	3.5%	69	1.4%	1.4%
7	22	22	22	0.0%	0.0%	22	0.0%	0.0%
8	4	4	4	0.0%	0.0%	4	0.0%	0.0%
9	50	50	56	10.7%	10.7%	50	0.0%	0.0%
10	9	9	9	0.0%	0.0%	9	0.0%	0.0%
11	74	66	73	1.4%	9.6%	70	5.7%	5.7%
12	[91,41]	[69,49]	75.5	-	-	74	-	-

ตารางที่ 4.4 แสดงเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผล (Run time)

ปัญหาที่	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล (วินาที)				
	วิธีการ SA	โปรแกรม LINGO		ผลต่างของ SA เมื่อเทียบกับ	
		แบบจำลอง Zhu และ Lim	แบบจำลองของเอราวิล	แบบจำลอง Zhu และ Lim	แบบจำลองของเอราวิล
1	21.5	4	1	81.4%	95.3%
2	18.9	3	1	84.1%	94.7%
3	23.8	4	1	83.2%	95.8%
4	24.3	28	2	15.2%	91.8%
5	29.3	463	71	1480.2%	142.3%
6	36.5	979	60	2582.2%	64.4%
7	26.8	55	1	105.2%	96.3%
8	30.9	103	1	233.3%	96.8%
9	37.9	2365	4	6140.1%	89.4%
10	45.5	256140	24	562845.1%	47.3%
11	54	31500	2434	58233.3%	4407.4%
12	80.1	259140	259200	323420.6%	323495.5%

โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม SA Crane Scheduling ในการทดลองครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้ Microsoft Windows XP Professional AMD Sempron(tm) Processor 3100^{+}, 1.80 GHz, 224 MB of RAM, Hard disk 80 GB

ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม LINGO ทั้งแบบจำลองของ Zhu และ Lim และแบบจำลองของเอราวิล และคณะ มีรายละเอียดดังนี้ Microsoft Windows XP Professional AMD Turion(tm) 64 Mobile Technology ML-28 1.60 GHz, 512 MB of RAM, Hard disk 60 GB (เอราวิล และคณะ, 2007)

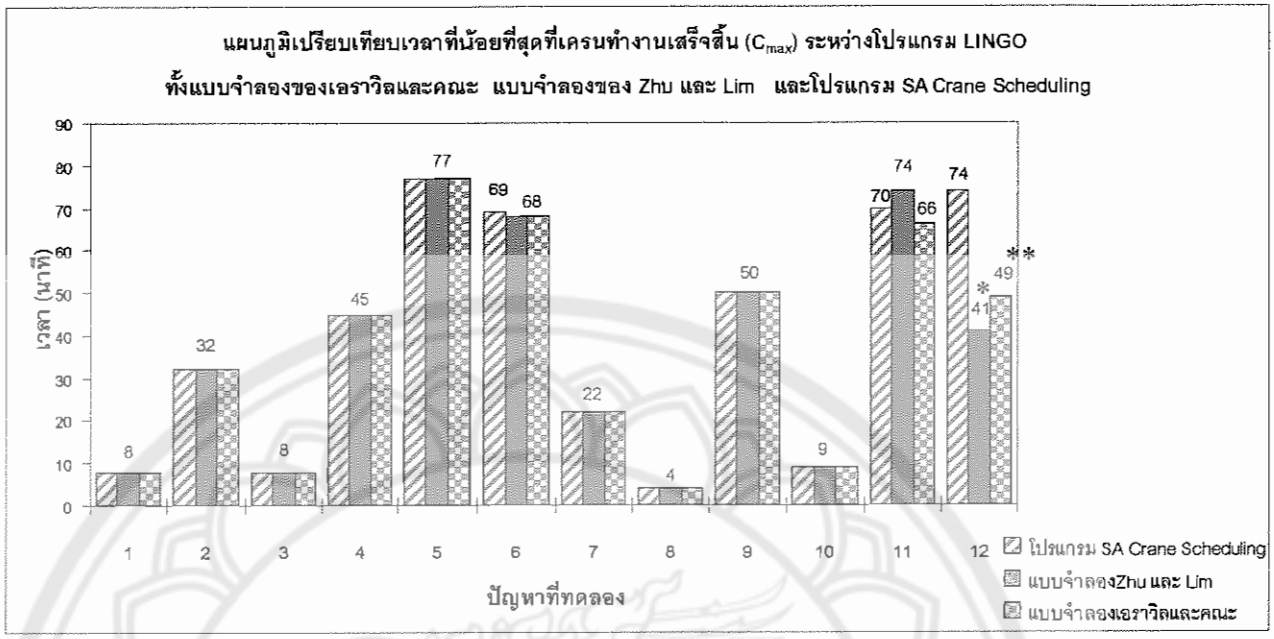


รูปที่ 4.7 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) ระหว่างโปรแกรม LINGO ทั้งแบบจำลองของเอราวิลและคณะ แบบจำลองของ Zhu และ Lim และโปรแกรม SA Crane Scheduling

หมายเหตุ

* 66 นาที มาจาก (91+41)/2 ซึ่งเป็นค่ากลางของ [91,41] ซึ่งเป็นช่วงคำตอบที่มีความเป็นไปได้ (Feasible) ของเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น(C_{max}) ของแบบจำลองของ Zhu และ Lim ดังตารางที่ 4.2

**59 นาที มาจาก (69+49)/2 ซึ่งเป็นค่ากลางของ [69,49] ซึ่งเป็นช่วงคำตอบที่มีความเป็นไปได้ (Feasible) ของเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น(C_{max}) ของแบบจำลองของเอราวิลและคณะ ดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.8 แผนภูมิเปรียบเทียบเวลาที่น้อยที่สุดที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) ระหว่างโปรแกรม LINGO ทั้งแบบจำลองของเอราวิลและคณะ แบบจำลองของ Zhu และ Lim และโปรแกรม SA Crane Scheduling

หมายเหตุ

* 41 นาที คือค่าที่น้อยที่สุดของ [91,41] ซึ่งเป็นช่วงคำตอบที่มีความเป็นไปได้ (Feasible) ของเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) ของแบบจำลองของ Zhu และ Lim ดังตารางที่ 4.2

**49 นาที คือค่าที่น้อยที่สุดของ [69,49] ซึ่งเป็นช่วงคำตอบที่มีความเป็นไปได้ (Feasible) ของเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) ของแบบจำลองของเอราวิลและคณะ ดังตารางที่ 4.2

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองนี้ จะทำการเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม SA Crane Scheduling ดังตารางที่ 4.1 กับ ผลการทดลองที่ได้จากการประมวลผลจากโปรแกรม LINGO ทั้งในแบบจำลองของ Zhu และ Lim และแบบจำลองของนายเอราวิล และคณะ ดังตารางที่ 4.2

4.5.1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการทดลองที่ได้จาก โปรแกรม SA Crane Scheduling

จากตารางเปรียบเทียบผลการทดลองค่าเฉลี่ยของเวลา C_{max} ของกระบวนการ ดังตารางที่ 4.3 และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม ดังตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า ผลการหาคำตอบของ โปรแกรม SA Crane Scheduling สามารถได้ผลคำตอบที่ดีที่สุด เหมือนกับการใช้โปรแกรม LINGO ของแบบจำลอง Zhu และ Lim กับ แบบจำลองของนายเอราวิล และคณะได้เช่นกัน มีเพียงปัญหาที่ 6, 9 และปัญหาที่ 11 เท่านั้นที่ไม่สามารถหาค่า C_{max} ที่ดีที่สุดได้ แต่เมื่อคิดผลต่างของผลที่ได้เทียบกับ แบบจำลอง Zhu และ Lim โดยใช้โปแกรม LINGO แล้ว ต่างเพียง 3.5%, 10.7% และ 1.4% ตามลำดับของปัญหา แต่เวลาที่ใช้ในการประมวลผลนั้น ในปัญหาที่ 1-3 โปรแกรม SA Crane Scheduling จะใช้เวลาในการประมวลผลมากกว่า แต่ปัญหาที่ 4-12 โปรแกรม SA Crane Scheduling ในการประมวลผลเร็วกว่า ยิ่งปัญหาที่มีจำนวนงาน และจำนวนเครนมากกว่าก็จะทำให้เวลาในการประมวลผลเร็วกว่ายิ่งขึ้น

และเมื่อเทียบกับแบบจำลองของเอราวิล และคณะ แล้ว โปรแกรม SA Crane Scheduling สามารถหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดได้เช่นเดียวกัน ยกเว้นปัญหาที่ 6, 9 และ 12 ตามลำดับ เมื่อคิดค่าผลของคำตอบต่างเพียง 3.5%, 10.7% และ 9.6% ตามลำดับของปัญหา จะเห็นได้ว่าค่าผลต่างที่มากที่สุด เพียง 10.7% เท่านั้น และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม SA Crane Scheduling นั้นจะใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่า จะเห็นชัดเจนในปัญหาที่มีจำนวนงานและจำนวนเครนที่มากกว่า

4.5.2 เปรียบเทียบค่าที่น้อยที่สุดของผลการทดลองที่ได้จาก โปรแกรม SA Crane Scheduling

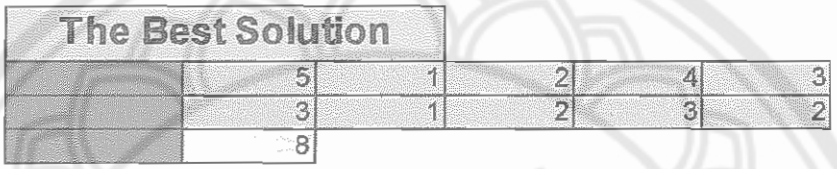
จากตารางเปรียบเทียบผลการทดลองค่าน้อยที่สุดของเวลา C_{max} ของกระบวนการ ดังตารางที่ 4.3 และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม ในตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า ผลการหาคำตอบของ โปรแกรม SA Crane Scheduling สามารถหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดได้เช่นเดียวกันกับแบบจำลองทั้งสองแบบที่ใช้โปรแกรม LINGO ในการประมวลผลมีเพียงปัญหาที่ 6 และปัญหาที่11

เท่านั้นที่ไม่สามารถหาค่าคำตอบที่ดีที่สุดได้ แต่เมื่อคิดค่าความต่างของคำตอบแล้ว ต่างเพียง 1.4% และ 5.7% ตามลำดับ ทั้งสองแบบจำลอง และเวลาที่ใช้ในการประมวลเมื่อเทียบกับแบบจำลองของ Zhu แล Lim แล้ว โปรแกรม SA Crane Scheduling สามารถประมวลผลได้เร็วกว่าตั้งแต่ปัญหาที่ 4 เป็นต้นไป แต่เมื่อเทียบกับแบบจำลองของเอราวิล และคณะ โปรแกรม SA Crane Scheduling จะใช้เวลาในการประมวลผลได้เร็วกว่า ก็ต่อเมื่อปัญหาที่มีจำนวนงานและจำนวนเครนที่มากกว่าเท่านั้น เช่นในปัญหาที่ 11,12 จึงจะเห็นถึงความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลได้ชัดเจน

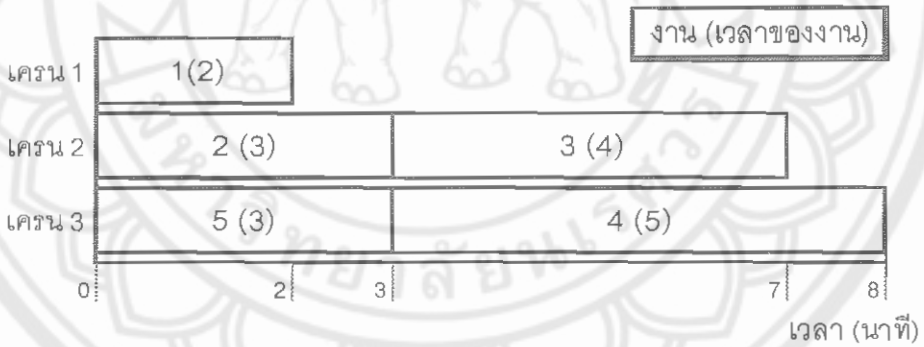
4.6 การตรวจสอบการประมวลผลของโปรแกรม

จากปัญหาทั้ง 12 ปัญหาที่ได้ทำการประมวลผลของโปรแกรม สามารถตรวจสอบว่า The Best Solution เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้นั้น สามารถนำมาจัดทำแผนภาพแสดงการจัดเรียงลำดับการทำงานของเครนของแต่ละปัญหา ได้ดังนี้

ปัญหาที่ 1 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้



ลำดับ	1	2	3	4	5
งาน	5	1	2	4	3
เครน	3	1	2	3	2
เวลาของงาน (นาที)	3	2	3	5	4



รูปที่ 4.9 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 1 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 8 นาที*

หมายเหตุ * รูปที่ 4.9 และทุกรูปของแต่ละปัญหา จะแสดงรูปเป็น 3 ส่วน คือ

1) รูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้จากโปรแกรม

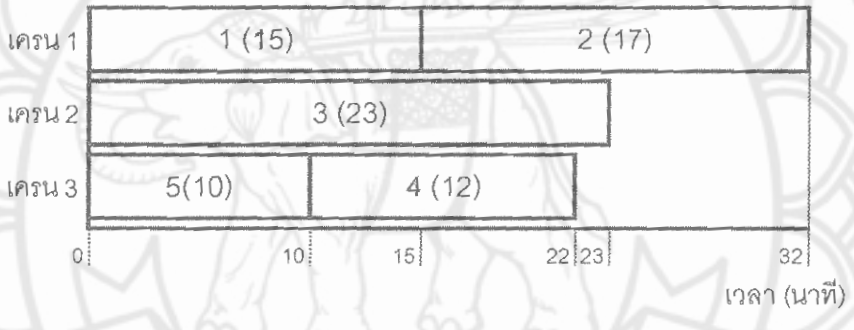
2) ตารางแสดงการจัดเรียงลำดับการทำงานของงาน เครนที่ใช้ทำงานแต่ละงาน และเวลาของงานที่ใช้ในแต่ละงาน เพื่อง่ายต่อการจัดเรียงแผนภาพ

3) แผนภาพแสดงการจัดเรียงการทำงานของเครนและเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น

ปัญหาที่ 2 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution					
	5	1	2	3	4
	3	1	1	2	3
	32				

ลำดับ	1	2	3	4	5
งาน	5	1	2	3	4
เครน	3	1	1	2	3
เวลาของงาน (นาที)	10	15	17	23	12

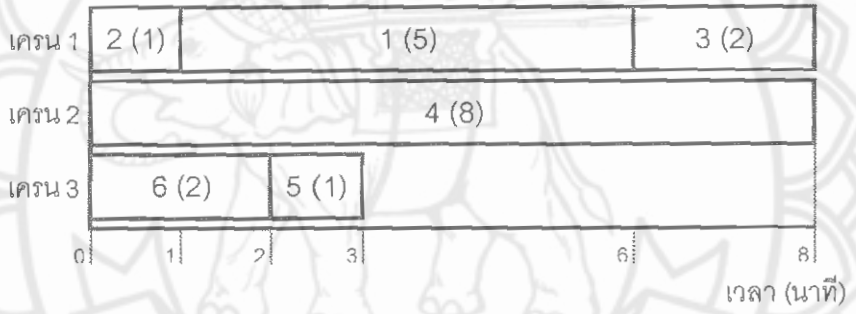


รูปที่ 4.10 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 2 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 32 นาที

ปัญหาที่ 3 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution						
	6	5	4	2	1	3
	3	3	2	1	1	1
	8					

ลำดับ	1	2	3	4	5	6
งาน	6	5	4	2	1	3
เครน	3	3	2	1	1	1
เวลาของงาน(นาที)	2	1	8	1	5	2

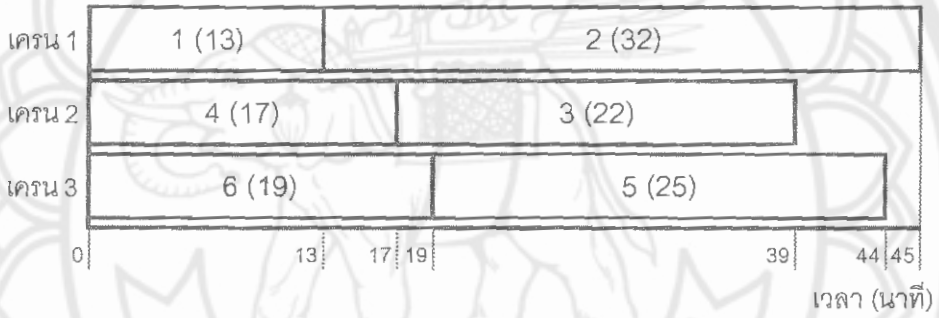


รูปที่ 4.11 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 3 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 8 นาที

ปัญหาที่ 4 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution						
	6	5	1	2	4	3
	3	3	1	1	2	2
	45					

ลำดับ	1	2	3	4	5	6
งาน	6	5	1	2	4	3
เครน	3	3	1	1	2	2
เวลาของงาน(นาที)	19	25	13	32	17	22

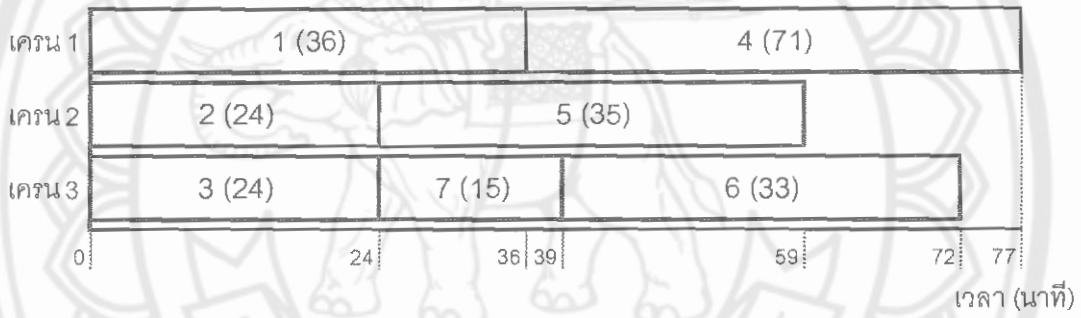


รูปที่ 4.12 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 4 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 45 นาที

ปัญหาที่ 5 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution							
	2	3	1	7	4	6	5
	2	3	1	3	1	3	2
	77						

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7
งาน	2	3	1	7	4	6	5
เครน	2	3	1	3	1	3	2
เวลาของงาน(นาที)	24	24	36	15	41	33	35

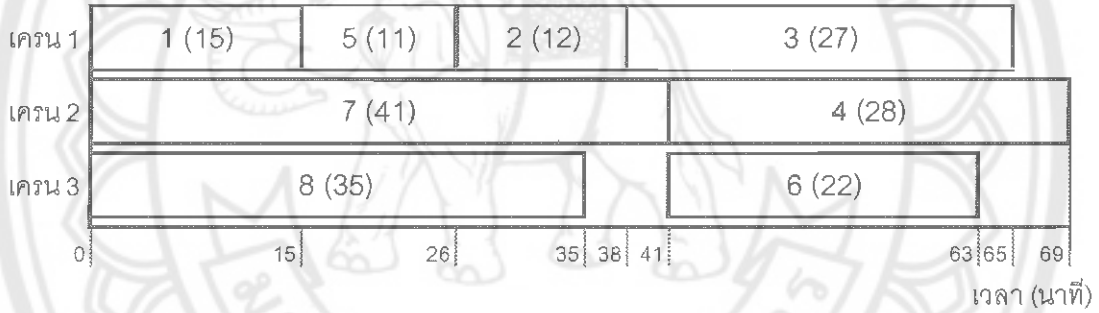


รูปที่ 4.13 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 5 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 77 นาที

ปัญหาที่ 6 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution								
	1	8	5	2	7	6	3	4
	1	3	1	1	2	3	1	2
	69							

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8
งาน	1	8	5	2	7	6	3	4
เครน	1	3	1	1	2	3	1	2
เวลาของงาน (นาที)	15	35	11	12	41	22	27	28

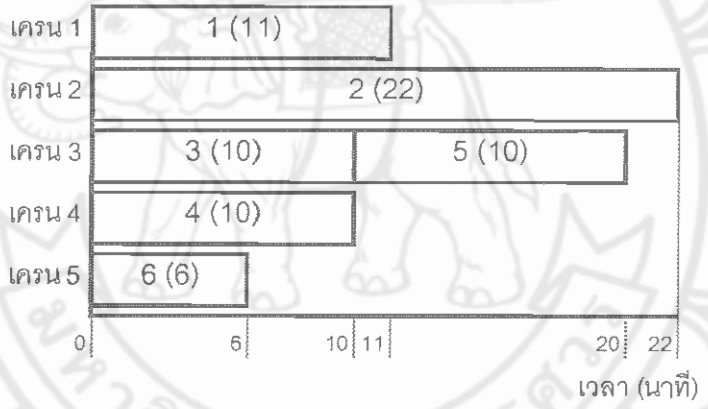


รูปที่ 4.14 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 6 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 69 นาที

ปัญหาที่ 7 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution						
	2	4	1	3	6	5
	2	4	1	3	5	3
	22					

ลำดับ	1	2	3	4	5	6
งาน	2	4	1	3	6	5
เครน	2	4	1	3	5	3
เวลาของงาน(นาที)	22	10	11	10	6	10

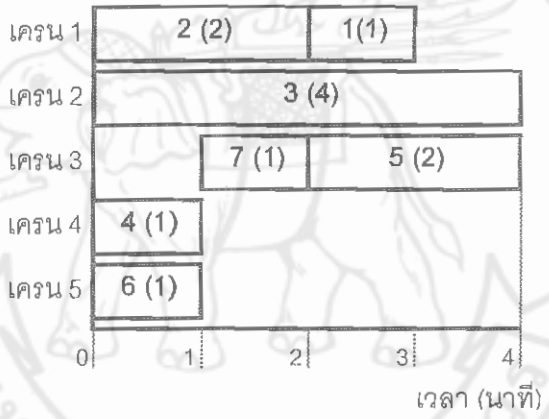


รูปที่ 4.15 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 7 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 22 นาที

ปัญหาที่ 8 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution							
	4	2	3	7	6	5	1
	4	1	2	3	5	3	1
	4						

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7
งาน	4	2	3	7	6	5	1
เครน	4	1	2	3	5	3	1
เวลาของงาน(นาที)	1	2	4	1	1	2	1

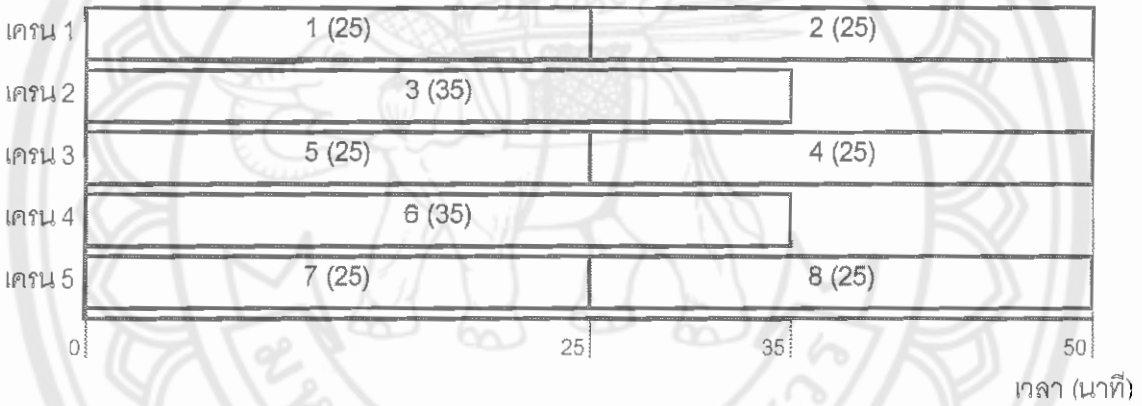


รูปที่ 4.16 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 8 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 4 นาที

ปัญหาที่ 9 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution								
	5	7	8	1	6	3	2	4
	3	5	5	1	4	2	1	3
	50							

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8
งาน	5	7	8	1	6	3	2	4
เครน	3	5	5	1	4	2	1	3
เวลาของงาน	25	25	25	25	35	35	25	25

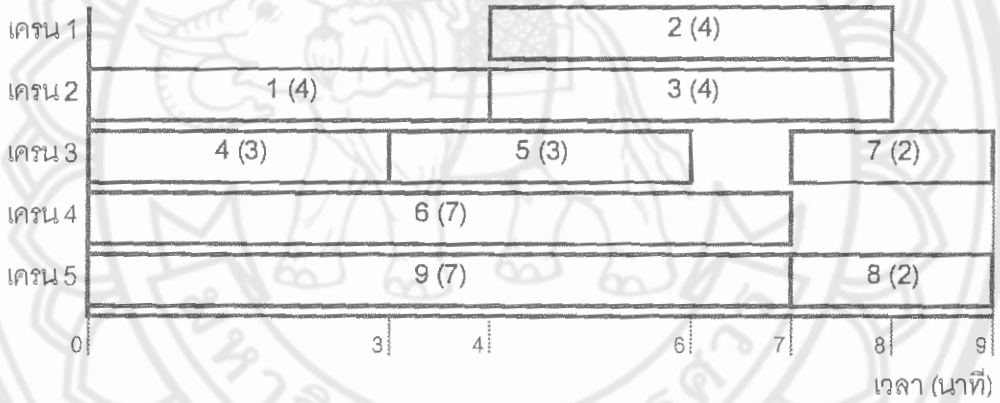


รูปที่ 4.17 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 9 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 50 นาที

ปัญหาที่ 10 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution									
	4	1	9	2	6	3	8	5	7
	3	2	5	1	4	2	5	3	3
	9								

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
งาน	4	1	9	2	6	3	8	5	7
เครน	3	2	5	1	4	2	5	3	3
เวลาของงาน (นาที)	3	4	7	4	7	4	2	3	2

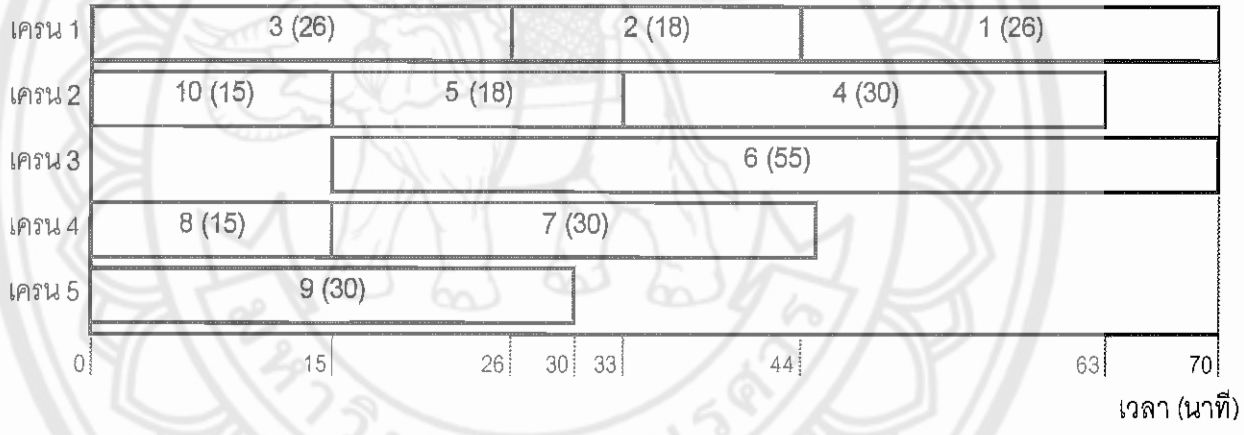


รูปที่ 4.18 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 10 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 9 นาที

ปัญหาที่ 11 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution										
	3	10	6	5	2	9	8	7	4	1
	1	2	3	2	1	5	4	4	2	1
	70									

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
งาน	3	10	6	5	2	9	8	7	4	1
เครน	1	2	3	2	1	5	4	4	2	1
เวลาของงาน (นาที)	26	15	55	18	18	30	15	30	30	26

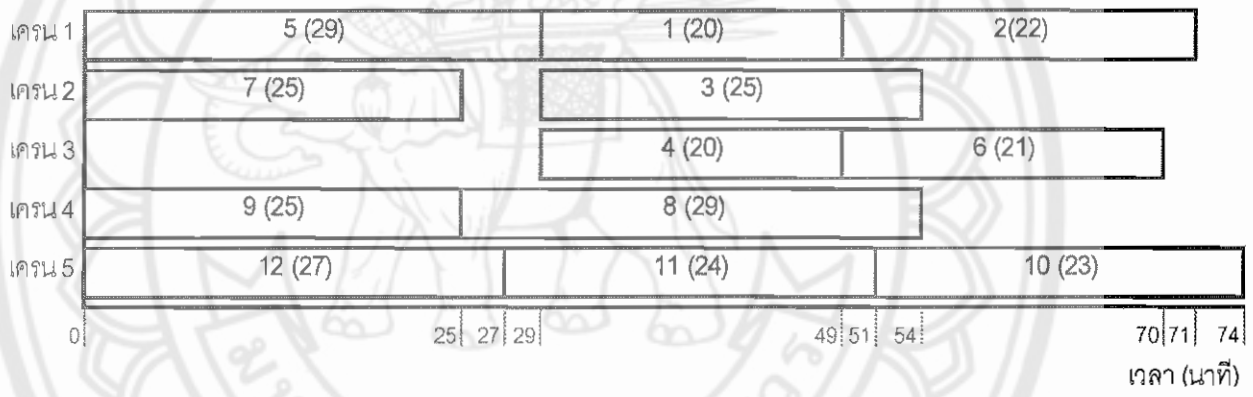


รูปที่ 4.19 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 11 ซึ่งมีเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 70 นาที

ปัญหาที่ 12 มีรูปแบบการจัดเรียงที่ประมวลผลได้ ดังนี้

The Best Solution												
	9	5	8	12	7	1	3	11	4	2	10	6
	4	1	4	5	2	1	2	5	3	1	5	3
	74											

ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
งาน	9	5	8	12	7	1	3	11	4	2	10	6
เครน	4	1	4	5	2	1	2	5	3	1	5	3
เวลาของงาน (นาที)	25	29	29	27	25	20	25	24	20	22	23	21



รูปที่ 4.20 รูปแบบการจัดเรียงการทำงานของเครนที่เป็นคำตอบของปัญหาที่ 12 ซึ่งเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้น (C_{max}) คือ 74 นาที

จากการจัดเรียงลำดับการทำงานของเครนที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมนั้น ในรูปแบบการจัดเรียงของทุกปัญหา ดังรูปที่ 4.9 ถึงรูปที่ 4.20 นั้น เมื่อเราลองทำการจัดเรียงการทำงานของเครนตามลำดับการจัดเรียงที่โปรแกรม SA Crane Scheduling ประมวลผลได้นั้น เมื่อเราทำการจัดเรียงภายใต้ข้อจำกัดในการทำงานของเครนแล้ว เมื่อหาเวลาที่เครนทำงานเสร็จสิ้นทั้งหมด หรือเวลาที่ดีที่สุด คือเวลา C_{max} มีค่าตรงกับค่าคำตอบของ C_{max} ที่โปรแกรมประมวลผลได้ทั้ง 12 ปัญหา