

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เป็นงานวิจัยประเภทประยุกต์แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานจริงของบริษัทตัวอย่างที่ศึกษา การศึกษาครั้งนี้มุ่งศึกษาวิธีการในการจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้ระยะทางในการขนย้ายสั้นที่สุด ซึ่งได้ทำการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางเปรียบเทียบกับวิธีปัจจุบันที่บริษัทใช้อยู่มีขั้นตอนในการศึกษาดังต่อไปนี้

1. การสำรวจข้อมูล และเก็บรวบรวมรายละเอียดการปฏิบัติงานในสนาม
2. แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้า
3. การจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้า

การสำรวจข้อมูลและเก็บรวบรวมรายละเอียดการปฏิบัติงานในสนาม

สำรวจจุดกำเนิดและจุดปลายทาง

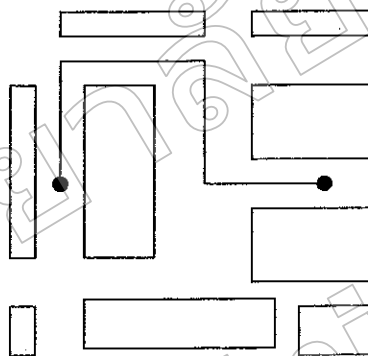
ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลของจุดกำเนิดและจุดปลายทางจริงของกิจกรรมการขนย้ายงานระหว่างการผลิตทั้งหมด จุดกำเนิดแต่ละจุดจะถูกมอบหมายให้กับจุดปลายทางแต่ละจุดไม่เท่ากันและถูกกำหนดให้เพียงบางจุดเท่านั้นขึ้นอยู่กับแต่ละขั้นตอนการผลิต ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดของแต่ละจุดกำเนิดและจุดปลายทาง (O-D) เช่น จุดกำเนิดที่ 1 (O_1) จะถูกมอบหมายให้กับจุดปลายทางที่ 7 (D_7) และจุดปลายทางที่ 8 (D_8) เท่านั้น

ความถี่ของแต่ละ O-D

ทำการเก็บข้อมูลความถี่ของแต่ละ O-D เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ การเก็บข้อมูลดังกล่าวจะทำการเก็บข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริงของรถไฟฟ้า โดยพนักงานขับรถไฟฟ้าจะทำการบันทึกจำนวนครั้งของการขนย้ายของแต่ละ O-D ที่ได้ปฏิบัติงาน เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในช่วงเวลากระที่ 1 ระหว่าง 8.00-16.00 น. โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 7 วัน และนำมาเฉลี่ย เพื่อไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง ความถี่ของแต่ละ O-D ดังแสดงตามตารางที่ 3-1

ระยะทาง (Distance)

คำนวณหาระยะทางจริงของแต่ละ O-D ทุก ๆ จุด โดยทำการวัดระยะทางจริงบนแผนผังของโรงงาน (Plant Layout) ทำได้โดยการวัดระยะทางจากจุดกำเนิดแต่ละจุดไปตามถนนและทางแยกต่าง ๆ จนถึงจุดปลายทาง ซึ่งระยะทางแต่ละ O-D ที่ทำการเก็บข้อมูลจะต้องทำการหาระยะทางที่สั้นที่สุดด้วย (Shortest Path) โดยทำการบันทึกข้อมูลลงในเมตริกซ์ของระยะทาง เพื่อใช้คำนวณในขั้นตอนถัดไป วิธีการนี้จะให้คำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด แต่จะใช้เวลามากในการรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 3-1 ระยะทางจริง

เวลาในการเดินทาง (O-D Time)

เวลาในการเดินทางของแต่ละ O-D สามารถคำนวณได้โดยตรงจากระยะทางและความเร็วในการเดินทาง ซึ่งความเร็วสำหรับรถไฟฟ้าที่ใช้ในบริษัท ถูกจำกัดไว้ไม่เกิน 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามกฎด้านความปลอดภัยของบริษัท ดังนั้นสามารถคำนวณหาเวลาระหว่าง O-D ได้ดังนี้ ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ t_{ij} เวลา t_{ij} สามารถคำนวณหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางต่อความเร็ว

$$t_{ij} = \frac{d_{ij}}{v}$$

โดยที่ d_{ij} เป็นระยะทางระหว่างจุด i และจุด j และ v ความเร็ว

ตารางที่ 3-3 เวลาในการเดินทาง (O-D Time)

O-D	หน่วยเวลา: นาที													
	0	1	2	3	4	5	..	..	48	49	50	51	52	53
0	0						..	..						
1	0.49	0					..	..						
2	0.43	0.13	0				..	..						
3	0.59	0.29	0.5	0			..	..						
4	0.48	1.5	0.60	0.19	0		..	..						
5	1.6	1.23	1.18	1.5	1.10	0	..	..						
6	0.7	0.56	0.50	1.5	0.54	1.10	..	..						
7	0.26	1.15	1.9	1.24	1.13	1.32	..	..						
8	0.52	0.42	0.36	0.52	1.8	1.26	..	..						
9	1.17	2.4	1.58	2.14	2.5	2.23	..	..						
..	..	..	..	..	..	..	..	..						
47	4.30	4.52	4.46	5.2	5.18	5.36	..	..						
48	4.18	4.40	4.34	4.50	5.6	5.24	..	..	0					
49	4.13	4.26	4.20	4.36	5.1	5.19	..	..	0.17	0				
50	3.8	3.31	3.25	3.40	3.56	4.14	..	..	2.7	2.9	0			
51	3.48	4.10	4.4	4.20	4.35	4.53	..	..	2.46	2.48	0.39	0		
52	4.16	4.39	4.33	4.48	5.4	5.22	..	..	3.15	3.17	0.57	0.39	0	
53	3.54	4.7	4.0	4.17	4.42	5.0	..	..	0.18	0.20	1.50	2.27	2.43	0

รอบเวลาในการผลิต (Cycle Time)

รอบเวลาในการผลิตสามารถคำนวณหาได้จากความเร็วของเครื่องจักรและความยาวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านแต่ละเครื่องจักร ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตของบริษัทมีตัวจ่ายสาย (Pay Off) 2 ชุด โดยจะใช้รอบเวลาในการผลิตของ Pay Off เพียงชุดเดียวเท่านั้น และใช้รอบเวลาของเครื่องจักรที่มีค่าต่ำที่สุดมาเป็นข้อจำกัดด้านเวลา เพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับการผลิตจากการที่เครื่องจักรรองาน ทั้งนี้การใช้รอบเวลาดำสุดในการกำหนดกรอบเวลา จะทำให้อัลกอริทึมหาระยะทางในการขนย้ายที่สั้นที่สุดได้ลดลง รอบเวลาดำสุดที่คำนวณได้คือ 30 นาที หมายความว่ารถโฟล์คลิฟท์จะต้องมาถึงจุดกำเนิดภายใน 30 นาที นับจากเวลาที่เรียก ซึ่งจะเป็นลักษณะของกรอบเวลา (Time Windows) คือ [เวลาที่เรียก, เวลาที่เรียก + 30 นาที]

เวลาในการ Load-Unload

เวลาในการ Load และ Unload ของแต่ละจุดกำเนิดและจุดปลายทางจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความสามารถของพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์และความสะดวกในการเข้า-ออกของพื้นที่ในการทำงาน ซึ่งจะทำให้การเก็บข้อมูลโดยการจับเวลาและนำค่าเฉลี่ยไปใช้ในการจัดเส้นทางซึ่งจะใช้ค่าเฉลี่ย 1.3 นาทีมาคำนวณ

แบบจำลองการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์

เนื่องจากปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ในโรงงานอุตสาหกรรมมีลักษณะเป็นแบบพลวัต มีความไม่แน่นอนในการเกิดค่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของเหตุการณ์จึงทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ขึ้นเพื่อใช้ในการจัดเส้นทาง โดยใช้ข้อมูลจริงได้แก่ O-D แต่ละจุด, ความถี่ของแต่ละ O-D, ระยะทางของแต่ละ O-D, เวลาในการเดินทางแต่ละ O-D, ข้อมูลบางส่วนที่ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลในงานจริงได้ จึงทำการสร้างข้อมูลนำเข้า (Input Data) โดยการใช้ตัวเลขเชิงสุ่ม (Random Number, RN) เพื่อให้เกิดค่าของเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ เวลาที่เรียกรถโฟล์คลิฟท์, จุดปลายทาง (D), ขนาดรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ การกำหนดตัวเลขเชิงสุ่มเพื่อหาขนาดรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้จะทำการกำหนดจากการเก็บข้อมูลความถี่ที่ใช้งานจริงในแต่ละวันดังต่อไปนี้

รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 4 ตัน	ตัวเลขเชิงสุ่ม	0-5
รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 7 ตัน	ตัวเลขเชิงสุ่ม	6-8
รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 10 ตัน	ตัวเลขเชิงสุ่ม	9
รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 18 ตัน	ตัวเลขเชิงสุ่ม	10

การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของ O-D จากการที่จุดกำเนิดแต่ละจุดมีโอกาสที่จะเกิดจุดปลายทางได้มากกว่า 1 จุด จึงทำการสร้างตัวเลขเชิงสุ่ม ในการกำหนดจุดปลายทางให้กับจุดกำเนิด การสร้างตัวเลขเชิงสุ่มจะทำการสร้างตัวเลขบนโปรแกรม Excel จากสูตร (Rand) x 100 หากตัวเลขเชิงสุ่มที่ต้องการมีเพียง 2 หลัก ทำการตัดตัวเลขที่เกินหลักสิบออกก่อนที่จะนำค่าไปใช้ เช่น จุดกำเนิดจุดที่ 1 เกิดจุดปลายทางได้ 2 จุด คือจุดที่ 7 และ 8 มีโอกาสเกิดจุดที่ 7 ได้ 10 ครั้ง และมีโอกาสเกิดจุดที่ 8 ได้ 30 ครั้ง รวมทั้ง 2 จุด 40 ครั้ง ตัวเลขเชิงสุ่มที่มากกว่า 41 จะถูกตัดทิ้งก่อนนำค่าไปใช้งาน

ตารางที่ 3-4 การแจกแจงความน่าจะเป็นของ O-D

O-D	ความถี่ (ครั้ง)	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	O-D(RN)
1-7	10	0.25	0.25	00-10
1-8	30	0.75	1.00	11-40
3-9	4	0.67	0.67	0-4
3-35	2	0.33	1.00	5-6
4-35	1	0.33	1.00	2-3
5-9	4	0.57	0.57	0-4
9-43	2	0.50	0.50	0-2
47-18	1	1.00	1.00	0-1
..	..	..	..	..
..	..	..	..	..
48-44	1	1.00	1.00	0-1
49-44	2	1.00	1.00	0-2
50-9	4	0.50	0.50	0-4
50-35	4	0.50	1.00	5-8
51-39	7	0.27	0.27	0-7
51-41	19	0.73	1.00	8-26
52-44	3	1.00	1.00	0-3
53-48	1	1.00	1.00	0-1

2. การจำลองสถานการณ์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากการเก็บข้อมูลจริง และข้อมูลนำเข้าที่ได้จากการสร้างตัวเลขเชิงสุ่มทั้งหมดจะถูกนำไปสร้างแบบจำลอง โดยทำการจำลองเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์แบบวิธีปัจจุบันก่อน ซึ่งใช้วิธีการแบ่งเฟสออกเป็น 4 เฟส จากนั้นรวมข้อมูลการจำลองจากทั้ง 4 เฟส เป็นข้อมูลชุดเดียวกันและจัดเรียงข้อมูลตามเวลาที่เรียกรถโพลีคลิฟท์จากน้อยไปหามาก และนำข้อมูลที่ได้ไปจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ด้วยวิธี Constructive

ตารางที่ 3-5 การจำลองเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบันเฟสที่ 1

ลำดับ	เวลาที่เรียก		เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์			รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)	
	RN	O	RN	D	O-D	RN	ขนาด
1	1	35	3	48	35-48	7	7
2	2	51	3	39	51-39	6	4
3	2	44	8	51	44-51	6	4
4	3	49	1	44	49-44	9	10
5	10	44	12	51	44-51	6	4
..	..	..	..	..	..	..	..
7	31	51	14	41	51-41	0	4
92	453	51	0	39	51-39	8	7
93	463	51	25	41	51-41	6	4
94	466	41	1	44	41-44	7	7
95	472	51	7	39	51-39	1	4

ตารางที่ 3-6 การจำลองเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบันเฟสที่ 2

ลำดับ	เวลาที่เรียก	เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์				รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)	
	RN	O	RN	D	O-D	RN	ขนาด
1	3	29	14	2	29-2	0	4
2	6	1	31	8	1-8	2	4
3	11	29	39	9	29-9	1	4
4	13	29	20	2	29-2	3	4
5	14	29	22	2	29-2	0	4
..	..	..	..	..	..	..	..
103	466	29	41	9	29-9	1	4
104	467	29	3	2	29-2	2	4
105	473	29	18	2	29-2	3	4

ตารางที่ 3-7 การจำลองเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบันเฟสที่ 3

ลำดับ	เวลาที่เรียก	เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์				รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)	
	RN	O	RN	D	O-D	RN	ขนาด
1	1	14	2	12	14-12	0	4
2	9	21	6	7	21-7	5	4
3	10	22	2	35	22-35	8	10
4	13	21	28	51	21-51	3	4
5	13	25	12	50	25-50	5	4
..	..	..	..	..	..	..	..
127	465	20	2	17	20-17	7	7
128	467	20	0	9	20-9	3	4

ตารางที่ 3-9 (ต่อ)

ลำดับ	เวลาที่เรียก	เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์				รถโพลีคลิฟท์(คัน)	
	RN	O	RN	D	O-D	RN	ขนาด
12	10	35	2	40	35-40	3	4
13	11	29	39	9	29-9	1	4
14	13	21	28	51	21-51	3	4
15	13	29	20	2	29-2	3	4
16	13	25	12	50	25-50	5	7
..	..	..	..	..	..	..	..
392	468	50	4	9	50-9	5	7
393	470	33	2	4	33-4	7	7
394	472	51	7	39	51-39	1	4
395	473	29	18	2	29-2	3	4
396	477	29	16	2	29-2	0	4
397	478	38	4	35	38-35	9	10
398	479	21	3	7	21-7	8	10

หมายเหตุ: หน่วยของเวลาเป็นตัวเลขจำนวนนับ (1 ถึง ∞) ที่ใช้สำหรับการวางแผน (Planning Time Horizon)

การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธี Constructive

การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์ให้สอดคล้องกับข้อจำกัดและปัญหาที่เกิดขึ้น ถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้นำ วิธี Saving ซึ่งเป็นวิธี Constructive ประเภทหนึ่งที่ถูกเสนอโดย คลาร์ก และ ไรท์ (Clark & Wright, 1964) มาสร้างเส้นทาง และทำการตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อให้เส้นทางเดินรถที่ได้สอดคล้องกับเงื่อนไขซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาเงื่อนไขในการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์
2. การสร้างเมตริกซ์ค่าประหยัดของระยะทาง (Distance Savings) และการคำนวณ
3. อัลกอริทึมของวิธี Distance Savings (Distance Savings Algorithm)

การพิจารณาเงื่อนไขในการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์

จากลักษณะการทำงานของบริษัทมีเงื่อนไขในการจัดเส้นทางเดินรถทั้งหมด 2 เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1. ข้อจำกัดด้านเวลา (Time Window)

รถโฟล์คลิฟท์จะต้องมาถึงจุดกำเนิดภายในเวลาไม่เกิน 30 นาทีนับจากเวลาที่เรียก เช่น จุดกำเนิดที่ 30 ได้เรียกรถโฟล์คลิฟท์เมื่อเวลาที่ 45 ดังนั้นช่วงเวลาที่กำหนดจะเป็น $[45, 80]$ โดยที่รถโฟล์คลิฟท์จะต้องไปถึงจุดกำเนิดที่ 30 ไม่เกินเวลาที่ 80

2. ขนาดของรถโฟล์คลิฟท์มีมากกว่า 1 ขนาด (Mixed Fleet)

บริษัทมีรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต 4 ขนาด ประกอบไปด้วย ขนาด 4, 7, 10 และ 18 ตัน ด้วยข้อจำกัดของจำนวนรถโฟล์คลิฟท์แต่ละขนาด จึงอนุญาตให้ใช้รถโฟล์คลิฟท์ที่มีขนาดใหญ่กว่าทดแทนได้ดังนี้

รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 4 ตัน ใช้รถขนาด 7 และ 10 ตันแทน

รถโฟล์คลิฟท์ขนาด 7 ตัน ใช้รถขนาด 10 ตันแทน

ทั้งนี้เนื่องจากขนาด 4, 7, และ 10 ตันมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันที่ใกล้เคียงกัน

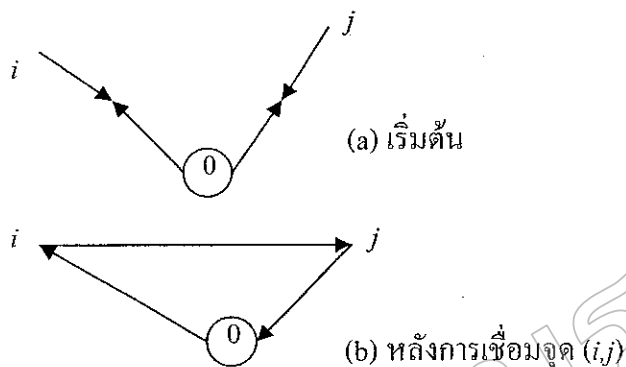
การสร้างเมตริกซ์ค่าประหยัดของระยะทาง (Distance Savings) และการคำนวณ

การคำนวณค่าประหยัดของระยะทาง (Distance Savings) ได้จากจากสมการ

$$S_{ij} = D_{0i} + D_{0j} - D_{ij} \quad \forall i, j > 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

โดย	S_{ij}	=	ระยะทางประหยัด
	D_{0i}	=	ระยะทางจากศูนย์โฟล์คลิฟท์ถึงจุดกำเนิด i
	D_{0j}	=	ระยะทางจากศูนย์โฟล์คลิฟท์ถึงจุดปลายทาง j
	D_{ij}	=	ระยะทางระหว่างจุดกำเนิด i และจุดปลายทาง j



ภาพที่ 3-2 ลักษณะของวิธี Saving

จากภาพที่ 3-2 (a) แสดงวิธี Saving ในระยะเริ่มต้น นั่นคือจุด i และจุด j อยู่คนละเส้นทาง จากนั้นในภาพที่ 3-2 (b) แสดงวิธี Saving ในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งเป็นการทดลองรวมให้ จุด i และจุด j อยู่ในเส้นทางเดียวกัน หากมีเครื่องหมายเป็นบวกจึงกำหนดให้ จุด i และจุด j อยู่ในเส้นทางเดียวกัน

จากตารางที่ 3-2 กำหนดให้

ระยะทางระหว่างศูนย์โพลีคลิฟท์ถึงจุดกำเนิดที่ 2 = 91 เมตร

ระยะทางระหว่างศูนย์โพลีคลิฟท์ถึงจุดปลายทางที่ 1 = 103 เมตร

ระยะทางระหว่างจุดกำเนิดที่ 2 ถึงจุดปลายทางที่ 1 = 28 เมตร

$$S_{21} = 91 + 103 - 28 = 166 \text{ เมตร}$$

ทำการคำนวณวิธีดังกล่าวจนครบทุก O-D ดังแสดงในตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ระยะทางประหยัด (Distance Savings Matrix)

O-D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	..	48	49	50	51	52	53
1	0									..						
2	166	0								..						
3	166	204	0							..						
4	66	66	183	0						..						
5	66	66	125	92	0					..						
6	0	0	0	0	5	0				..						
7	0	0	0	0	0	-5	0			..						
8	124	124	124	66	66	5	0	0		..						
9	4	4	4	0	0	-5	80	102	0	..						
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..						
47	56	56	56	-2	-2	-5	80	96	252	..						
48	56	56	56	-2	-2	-5	80	96	252	..	0					
49	76	78	76	0	0	-5	80	96	252	..	1035	0				
50	56	56	56	0	0	-5	0	96	251	..	669	656	0			
51	56	56	56	0	0	-5	0	96	253	..	669	656	790	0		
52	56	56	56	0	0	-5	0	96	253	..	669	656	812	932	0	
53	76	78	76	0	0	-5	80	96	252	..	993	980	656	660	687	0

อัลกอริทึมของวิธี Distance Savings (Distance Savings Algorithm)

1. เลือกจุดกำเนิดแรกที่มีค่า Saving มากที่สุด และตรวจสอบเงื่อนไขด้านเวลา โดยการคำนวณเวลาที่มาถึงถ้าเวลาที่มาถึงไม่เกินข้อจำกัดของกรอบเวลารวมจุดกำเนิดและจุดปลายทางเข้าไปในแต่ละเส้นทางเส้นทางที่/ คันที่

	O-D	กรอบเวลา[e,l]	เวลาที่มาถึง	
			เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทาง
1	0-29--2-	[3,33]	1.23	5.22
2	0-14--12-	[1,31]	1.21	5.47
3	0-35--48-	[1,31]	3.24	7.52
4	0-51--39-	[2,32]	3.48	8.55

2. กระทำซ้ำตามขั้นตอนที่ 1 โดยเลือกจุดกำเนิดที่ 2 ถัดไปที่มีค่า Saving มากที่สุด เข้าไปในเส้นทางที่มีความสัมพันธ์กับจุดปลายทางที่ 2, 12, 48 และ 39 ถ้ากำหนดให้จุดกำเนิดนั้น ๆ รวมเข้าไปในเส้นทางใด ๆ แล้วเกินความสามารถในการยกของรถโฟล์คลิฟท์ กำหนดให้รถโฟล์คลิฟท์คันดังกล่าวกลับไปเปลี่ยนรถที่ศูนย์โฟล์คลิฟท์ก่อน จากนั้นตรวจสอบเงื่อนไขทางด้านเวลา แสดงตัวอย่างการจัดเส้นทางของรถโฟล์คลิฟท์แต่ละคันและการตรวจสอบเงื่อนไขด้านเวลา

โฟล์คลิฟท์คันที่ 1: เส้นทาง 0-29--2-1--8-0-21--7-5--9

เวลาที่เรียก	กรอบเวลา[e,l]	เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทางสะสม
3	[3,33]	1.23	5.29
6	[6,36]	6.13	9.55
9	[9,39]	12.21	16.42
14	[14,44]	18.14	23.37

โฟล์คลิฟท์คันที่ 2: เส้นทาง 0-14--12-0-49--44--51-22--35

เวลาที่เรียก	กรอบเวลา[e,l]	เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทางสะสม
1	[1,31]	1.21	5.47
3	[3,33]	11.55	15.32
10	[10,40]	15.32	20.38
10	[10,40]	22.56	28.03

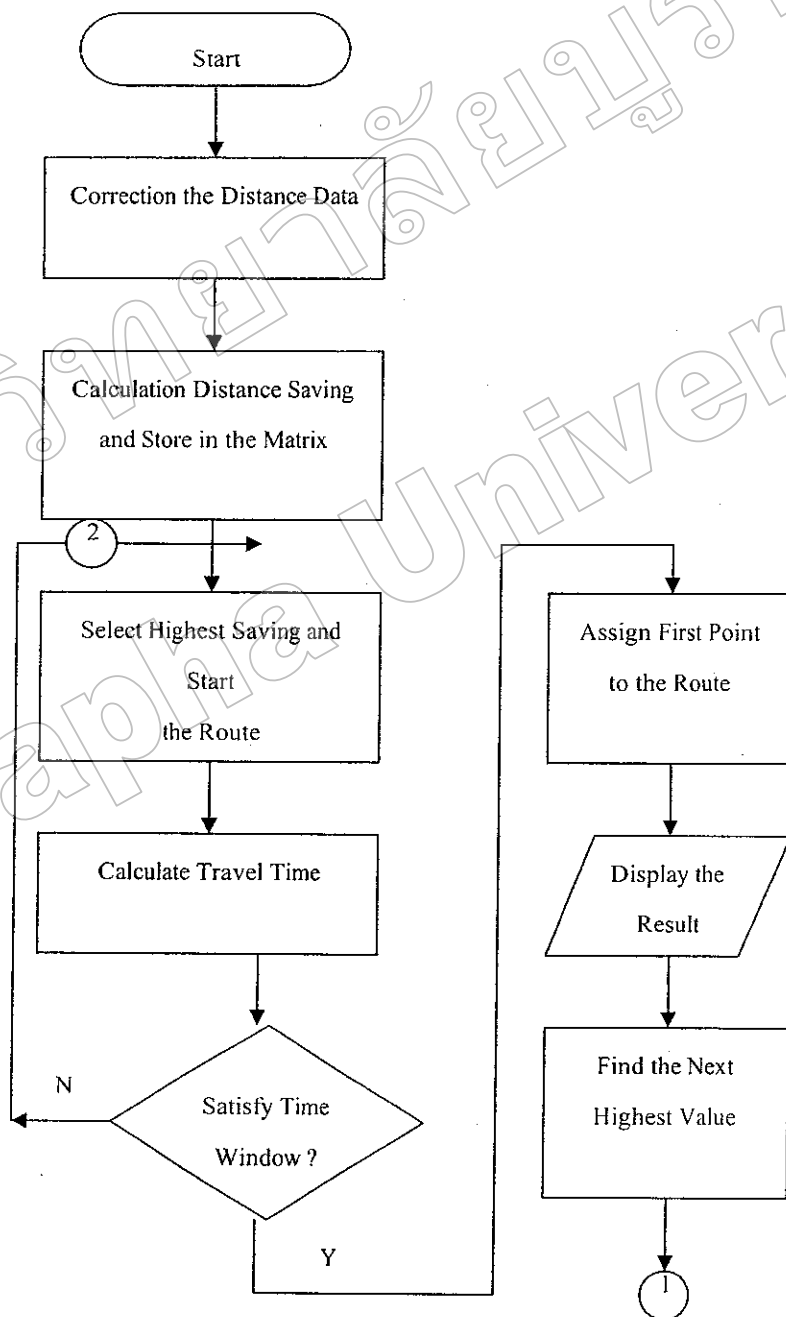
โฟล์คลิฟท์คันที่ 3: เส้นทาง 0-35--48-38--35--40-29--9

เวลาที่เรียก	กรอบเวลา[e,l]	เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทางสะสม
1	[1,31]	3.24	7.52
7	[7,37]	9.21	12.31
10	[10,40]	12.31	15.36
11	[11,43]	16.55	21.18

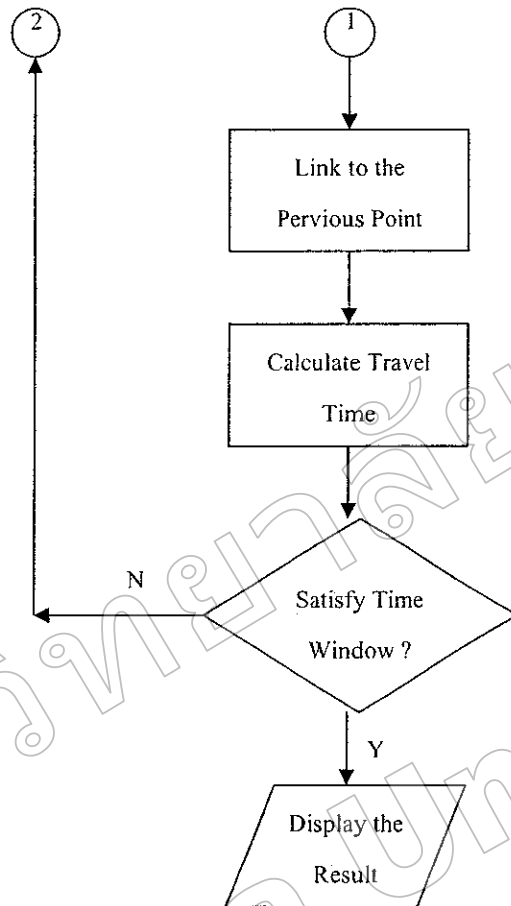
โฟล์คลิฟท์คันที่ 4: เส้นทาง 0-51--39-44--51-21--51-25--50

เวลาที่เรียก	กรอบเวลา[e,l]	เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทางสะสม
2	[2,32]	3.48	8.55
2	[2,32]	9.15	14.21
13	[13,43]	17.27	23.33
13	[13,43]	25.57	31.00

3. ขั้นตอนการทำงานของ Distance Savings อัลกอริทึม เมื่อมีคำสั่งเรียก รถโพลีคลิฟท์เข้ามา อัลกอริทึมจะเริ่มทำงานและส่งจุดกำเนิด-จุดปลายทาง ให้รถโพลีคลิฟท์ใน ลักษณะคิวงาน โดยงานที่อยู่ในคิวงานลำดับที่ 1 และ 2 จะไม่ถูกอัลกอริทึมนำมาคำนวณ แต่จะนำ คิวงานลำดับที่ 3 ขึ้นไปมาคำนวณใหม่ (Re-Route) พร้อมกับงานที่เข้ามาใหม่ ซึ่งการคำนวณจะเป็น ลักษณะเรียลไทม์



ภาพที่ 3-3 แผนผังของ Distance Matrix อัลกอริทึม



ภาพที่ 3-3 (ต่อ)