

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

จากการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์โดยวิธี Constructive เพื่อทำการศึกษาผลการคำนวณของวิธีดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลของบริษัทตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งจะทำให้การแสดงผลการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์ทั้งวิธีปัจจุบันและวิธี Constructive ที่ได้พัฒนาขึ้นดังต่อไปนี้

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์ในปัจจุบัน

การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์ของบริษัทรวมพื้นที่ทั้งหมด 134,400 ตารางเมตร มีจุดกำเนิดที่ต้องทำการขนย้ายจำนวน 53 จุด ในปัจจุบันบริษัทจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์ด้วยวิธีการแบ่งเฟส โดยแบ่งออกเป็น 4 เฟส ผลลัพธ์จากการจัดเส้นทางโดยการจำลองสถานการณ์ดังตารางที่ 4-1 ถึง 4-4

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟต์วิธีปัจจุบันเฟสที่ 1

รถโฟล์คคลิฟต์ประจำเฟสขนาด 4 คัน

จำนวน O-D 95 จุด

ระยะทางรวม 60,178 เมตร

ตารางที่ 4-1 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบันเฟสที่ 1

ลำดับ	เวลาที่เรียก	เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์					รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)						
	RN	O	RN	D	O-D	ระยะทาง (O-D)	D-O	ระยะทาง (D-O)	RN	ขนาด	เปลี่ยนรถขนาด	ระยะทางรวม	
		0-			0-35-		35-0-						
1	1	35	3	48	48	185	35	856	7	7	4--10	1041	
2	2	51	3	39	51-39	267	48-51	348	6	4		615	
3	2	44	8	51	44-51	267	39-44	13	6	4		280	
4	3	49	1	44	49-44	78	51-49	352	9	10		430	
5	10	44	12	51	44-51	267	44-44	0	6	4		267	
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	
7	31	51	14	41	51-41	273	40-51	400	0	4		673	
							44-51-						
92	453	51	0	39	51-39	267	0-51	267	8	7	4--10	534	
93	463	51	25	41	51-41	273	39-51	267	6	4		540	
94	466	41	1	44	41-44	22	41-41	0	7	7		22	
95	472	51	7	39	51-39	267	44-51	267	1	4		534	

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 2

รถโพลีคลิฟท์ประจำเฟสขนาด 4 คัน

จำนวน O-D 106 จุด

ระยะทางรวม 32,885 เมตร

ตารางที่ 4-2 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 2

ลำดับ	เวลาที่เรียก		เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์					รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)			
	RN	O	RN	D	O-D	ระยะทาง (O-D)	D-O	ระยะทาง (D-O)	RN	เปลี่ยนรถขนาด	ระยะทางรวม
1	3	0-29	14	2	0-29-2	140			0	4	140
2	6	1	31	8	1-8	88	2-1	28	2	4	116
3	11	29	39	9	29-9	174	8-29	60	1	4	234
4	13	29	20	2	29-2	140	9-29	174	3	4	314
5	14	29	22	2	29-2	140	2-29	140	0	4	280
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
103	466	29	41	9	29-9	174	9-29	174	1	4	348
104	467	29	3	2	29-2	140	9-29	174	2	4	314
105	473	29	18	2	29-2	140	2-29	140	3	4	280
106	477	29	16	2	29-2	140	2-29	140	0	4	280

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 3

รถโพลีคลิฟท์ประจำเฟสขนาด 7 คัน

จำนวน O-D 131 จุด

ระยะทางรวม 77,719 เมตร

ตารางที่ 4-3 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 3

ลำดับ	เวลาที่เรียก		เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์					รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)				
	RN	O	RN	D	O-D	ระยะทาง (O-D)	D-O	ระยะทาง (D-O)	RN	ขนาด (คัน)	เปลี่ยนรถขนาด	ระยะทางรวม
					0-14-							
1	1	0-14	2	12	12	181			0	4		181
2	9	21	6	7	21-7	170	12-21	264	5	4		434
							7-22-					
3	10	22	2	35	22-35	322	0-22	631	8	10	7--10	953
4	13	21	28	51	21-51	389	35-21	332	3	4		721
5	13	25	12	50	25-50	220	51-25	302	5	4		522
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
127	465	20	2	17	20-17	49	7-20	140	7	7		189
128	467	20	0	9	20-9	130	17-20	49	3	4		179
129	467	21	25	44	21-44	383	9-21	160	0	4		543
							44-					
							23-0-					
130	467	23	1	9	23-9	186	23	847	8	10	7--10	1033
131	479	21	3	7	21-7	170	9-21	160	8	10		330

ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 4

รถโพลีคลิฟท์ประจำเฟสขนาด 7 คัน

จำนวน O-D 66 จุด

ระยะทางรวม 39,969 เมตร

ตารางที่ 4-4 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธีปัจจุบัน เฟสที่ 4

ลำดับ	เวลาที่เรียก		เส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์					รถโพลีคลิฟท์ที่ใช้ (คัน)				
	RN	O	RN	D	O-D	ระยะทาง (O-D)	D-O	ระยะทาง(D-O)	RN	ขนาด	เปลี่ยนรถขนาด	ระยะทางรวม
					0-38-							
1	7	0-38	4	35	35	20			8	7		20
							35-					
							46-0-					
2	15	46	3	9	46-9	381	46	797	10	18	7--18	1178
							9-0-9-					
3	18	33	2	4	33-4	466	33	595	4	4	18--7	1061
					16-							
4	20	16	1	18	18	70	4-16	267	4	4		337
5	34	20	1	9	20-9	130	18-20	69	4	4		199
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
62	440	29	7	2	29-2	140	35-29	184	3	4		324
63	441	33	3	4	33-4	466	2-33	399	2	4		865
64	468	50	4	9	50-9	305	4-50	495	5	4		800
65	470	33	2	4	33-4	466	9-33	273	7	7		739
					38-		4-38-					
66	478	38	4	35	35	20	0-38	1018	9	10	7--10	1038

ผลการจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้าด้วยวิธี Constructive

ตารางที่ 4-5 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถไฟฟ้าด้วยวิธี Constructive เส้นทางที่ 1

ลำดับที่	O-D	เวลาที่ เรียก	กรอบ เวลา	เวลา		ระยะทาง (เมตร)	รถไฟฟ้า (คัน)
				เวลาที่ มาถึง	เดินทาง สะสม		
5	0-29- -2	3	[3,33]	1.23	5.29	313	4
7	2-1- -8	6	[6,36]	6.13	9.55	116	4
9	8-0-21- -7	9	[9,39]	12.21	16.42	475	4- -7
17	9-29- -2	14	[14,44]	25	29.06	314	4
21	2-16- -18	20	[20,50]	31.36	35.09	328	7
34	18- -9	34	[34,64]	35.09	39.05	118	4
22	9-15- -9	27	[27,57]	40.11	44.17	282	4
24	9-21- -7	29	[29,59]	45.33	49.54	330	4
25	7-0-26- -51	29	[29,59]	52.54	57.07	529	4- -18
50	51-0-1- -8	51	[51,81]	61.37	65.19	668	18- -4
54	8-1- -8	59	[59,89]	60.01	63.43	176	4
57	8-4- -9	61	[61,91]	64.51	69.56	404	4
44	9-50- -35	50	[50,80]	72.22	76.34	455	4
53	35-21- -18	59	[59,89]	79.12	83.1	431	4
67	18-0-20- -17	70	[70,100]	85.44	89.22	372	4- -7
68	17-44- -51	73	[73,103]	92.46	97.52	673	7
69	51-32- -4	74	[74,104]	101.5	106.2	620	7
73	4-5- -9	82	[82,112]	107.3	112.53	445	4
83	9-1- -7	98	[98,128]	115.33	119.48	417	4
78	7-16- -35	91	[91,121]	120.54	127.12	556	7
86	35-16- -35	99	[99,129]	128.18	132.41	830	7
92	35-21- -7	105	[105,135]	134.56	137.22	502	7
93	7-15- -51	109	[109,139]	138.35	144.16	750	7
ระยะทางรวม						41,548 เมตร	

หมายเหตุ: 4- -7 หมายถึงทำการเปลี่ยนขนาดรถไฟฟ้าจาก 4 คันเป็น 7 คัน

ตารางที่ 4-8 ผลลัพธ์การจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์วิธี Constructive เส้นทางที่ 4

ลำดับที่	O-D	เวลาที่เรียก	กรอบเวลา	เวลาที่มาถึง	เวลาเดินทางสะสม	ระยะทาง (เมตร)	รถโพลีคลิฟท์ (คัน)
3	0-51--39	2	[2,32]	3.48	8.55	744	7
4	39-44--51	2	[2,32]	9.15	14.21	280	4
14	51-21--51	13	[13,43]	17.27	23.33	778	4
16	51-25--50	13	[13,43]	25.57	31.13	522	7
27	50-51--41	31	[31,61]	31.39	36.49	355	4
32	41-49--44	33	[33,63]	37.26	41.03	155	4
28	44-51--39	32	[32,62]	43.09	48.15	534	7
30	36-29--2	32	[32,62]	49.48	53.54	334	4
33	2-20--9	34	[34,64]	56.24	60.44	387	7
35	9-15--9	34	[34,64]	61.5	65.56	282	4
38	9-25--9	39	[39,69]	67.28	72.28	384	4
45	9-26--35	48	[48,78]	73.51	78.53	526	4
47	35-29--9	49	[49,79]	79.53	84.16	358	4
52	9-26--51	55	[55,85]	85	89.13	384	7
62	51--41	66	[66,96]	89.13	94.23	273	7
76	41--44	88	[88,118]	94.23	95.48	22	7
61	44-31--4	66	[66,96]	95.98	98.24	511	7
66	4-0-15--9	70	[70,100]	99.98	104.04	421	7--18
71	9-0-1--8	77	[77,107]	104.53	107.95	352	18--7
75	8-29--2	88	[88,118]	108.24	112.3	200	7
82	2-29--9	96	[96,126]	113.36	117.59	287	4
95	9-29--9	109	[109,139]	119.22	123.45	294	4
100	9-29--9	114	[114,144]	125.08	127.34	294	4
84	9-21--9	98	[98,128]	128.5	130.69	320	7
90	9-26--35	100	[100,130]	132.01	137.21	526	7
96	44-41--44	109	[109,139]	139.43	140.58	44	4
99	44-16--29	112	[112,142]	144.32	149.23	680	4
ระยะทางรวม						24,098 เมตร	

วิจารณ์ผลการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์

จากการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์จาก O-D จำนวน 398 จุด ผลการจัดเส้นทางด้วยวิธี Constructive ให้ระยะทางที่สั้นกว่าวิธีปัจจุบัน โดยได้ระยะทางลดลงเมื่อเทียบกับวิธีปัจจุบัน 17.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถคำนวณค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้จากระยะทางที่ลดลงได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{อัตราบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย} &= \frac{\text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยต่อเดือน (บาท/เดือน)}}{\text{ระยะทางต่อเดือน (กิโลเมตร/เดือน)}} \\ &= \frac{132,000}{210,751 \times 3 \times 30} \\ &= 6.95 \text{ บาท/ กิโลเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ประหยัดได้} &= (210,751 - 173,669) \times 6.95 \times 3 \times 30 \\ &= 23,000 \text{ บาท/ เดือน} \end{aligned}$$

หมายเหตุ: บริษัททำงาน 3 กะ/ วัน วันทำงาน 30 วัน/ เดือน

ตารางที่ 4-9 เปรียบเทียบผลการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์

เส้นทางที่	O-D (จุด)	วิธีปัจจุบัน(เมตร)	วิธี Constructive (เมตร)
1	95	60,178	41,548
2	106	32,885	48,658
3	131	77,719	59,365
4	66	39,969	24,098
รวม	398	210,751	173,669

เทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์

ในการจัดเส้นทางเดินรถโพลีคลิฟท์จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีดังต่อไปนี้เพื่อรองรับในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้บริการกับระบบจัดเส้นทางเพื่อที่จะส่งข้อมูลคำสั่งในการเรียกรถโพลีคลิฟท์เข้าไปในระบบจัดเส้นทาง และเครื่องมือสื่อสารในการส่งข้อมูลระหว่างระบบจัดเส้นทาง กับรถโพลีคลิฟท์ เพื่อที่จะป้อนคิวงานให้กับพนักงานขับรถโพลีคลิฟท์ นอกจากระบบที่ใช้

ในการสื่อสารแล้ว ระบบในการระบุตำแหน่งก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งระบบนี้จะใช้ในการหาพิกัดและระบุตำแหน่งปัจจุบันของรถโฟล์คลิฟท์ โดยจะส่งข้อมูลตำแหน่งปัจจุบันของรถโฟล์คลิฟท์เข้าไปในระบบจัดเส้นทาง เพื่อให้ระบบทำการประมวลผล ซึ่งมีรายละเอียดของระบบและเครื่องมือต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือสื่อสาร (Communication Equipment)

เครื่องมือสื่อสารที่ใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์จะต้องรองรับการสื่อสารได้ครอบคลุมพื้นที่และเส้นทางเดินรถโฟล์คลิฟท์ทั้งหมด ระบบที่รองรับจะต้องเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างผู้ให้บริการ กับระบบจัดเส้นทาง และระบบจัดเส้นทางกับรถโฟล์คลิฟท์ เครื่องช่วยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่นิยมนำมาใช้ในการเชื่อมต่อสื่อสารภายในโรงงาน หรือองค์กร ระบบเครือข่ายแบบต่าง ๆ จะมีความสามารถและคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะต้องคัดเลือกระบบเครือข่ายที่เหมาะสมกับระบบที่ได้ออกแบบไว้ให้มากที่สุด ในปัจจุบันหากมีการกล่าวถึงคำว่าเครือข่าย ก็มักจะอ้างอิงถึงประเภทเครือข่ายพื้นฐาน ทั้ง 4 ประเภทประกอบด้วย

1.1 เครือข่ายส่วนบุคคล (Personal Area Network, PAN)

1.2 เครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network, LAN)

1.3 เครือข่ายระดับเมือง (Metropolitan Area Network, MAN)

1.4 เครือข่ายระดับประเทศ (Wide Area Network, WAN)

ในความเป็นจริงประเภทเครือข่ายทั้ง 4 ประเภทจะนำมาใช้บนวัตถุประสงค์ที่ต่างต่างกัน โดยจุดสำคัญอยู่ที่ลักษณะการใช้งานและระยะทางในการเชื่อมต่อ เช่น หากต้องการเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อใช้งานภายในอาคาร หรือสำนักงานเครือข่ายท้องถิ่นหรือแลน ก็ถือเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยตารางที่ 4-10 แสดงถึงขนาดและระยะทางของเครือข่ายประเภทต่าง ๆ

ตารางที่ 4-10 เปรียบเทียบระยะทางและขนาดพื้นที่กับประเภทเครือข่ายที่ใช้งาน

ระยะทาง	การใช้งาน	เครือข่าย
1 M	Square Meter	Personal Area Network
10 M	Room	Local Area Network
100 M	Building	Local Area Network
1 Km	Campus	Local Area Network
10 Km	City	Metropolitan Area Network
100 Km	Country	Wide Area Network
1000 Km	Continent	Wide Area Network
10000 Km	Planet	Internet

2. ระบบหาพิกัดบนพื้นโลก (Global Positioning Systems, GPS)

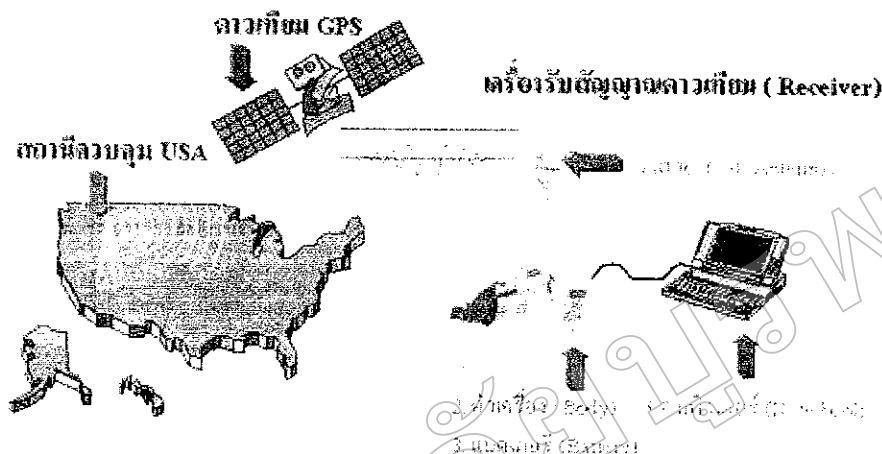
จีพีเอส (GPS) เป็นระบบหาพิกัดบนพื้นโลกโดยการอ้างอิงจากดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูงสามารถใช้หาพิกัดใด ๆ บนพื้นโลกได้ ทุกเวลา ทุกสภาพอากาศ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีเริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นมีความจำเป็นใช้ในงานกิจกรรมต่าง ๆ มากมาย เช่น การช่วยวางแผนเดินทางด้วยแผนที่ (โดยรถยนต์) ระบบติดตามตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ระบบติดตามยานพาหนะ (Automatic Vehicle Location) เป็นต้น

ลักษณะทั่วไปของระบบจีพีเอสประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วนได้แก่

1. ส่วนอวกาศ ประกอบด้วยดาวเทียมทั้งหมด 24 ดวง โดยดาวเทียมจำนวน 21 ดวง จะใช้ในการบอกค่าพิกัด ส่วนที่เหลือ 3 ดวง จะสำรองเอาไว้ ดาวเทียมทั้ง 24 ดวงนี้จะมียังโคจรอยู่ 6 วงโคจรด้วยกัน โดยแบ่งจำนวนดาวเทียมวงโคจรละ 4 ดวง และมีรัศมีวงโคจรสูงจากพื้นโลกประมาณ 20,200 กิโลเมตร (12,600 ไมล์) วงโคจรทั้ง 6 จะเอียงทำมุมกับเส้นศูนย์สูตร (Equator) เป็นมุม 55 องศา

2. สถานีควบคุม ประกอบด้วย 5 สถานีย่อย ทำหน้าที่คอยติดต่อสื่อสาร (Tracking) กับดาวเทียม ทำการคำนวณผล (Computation) เพื่อบอกตำแหน่งของดาวเทียมแต่ละดวง และส่งข้อมูลที่ได้ไปยัง ดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ทันสมัยอยู่เสมอ

3. ผู้ใช้ ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนที่ใช้งานด้านพลเรือน (Civilian) และส่วนที่ใช้งานทางการทหาร (Military) ในส่วนของผู้ใช้จะมีหน้าที่พัฒนาเครื่องรับสัญญาณ (Receiver) ให้ทันสมัยและสะดวกแก่การใช้งาน สามารถที่จะใช้ได้ทุกแห่งในโลก และให้ค่าที่มีความถูกต้องสูง

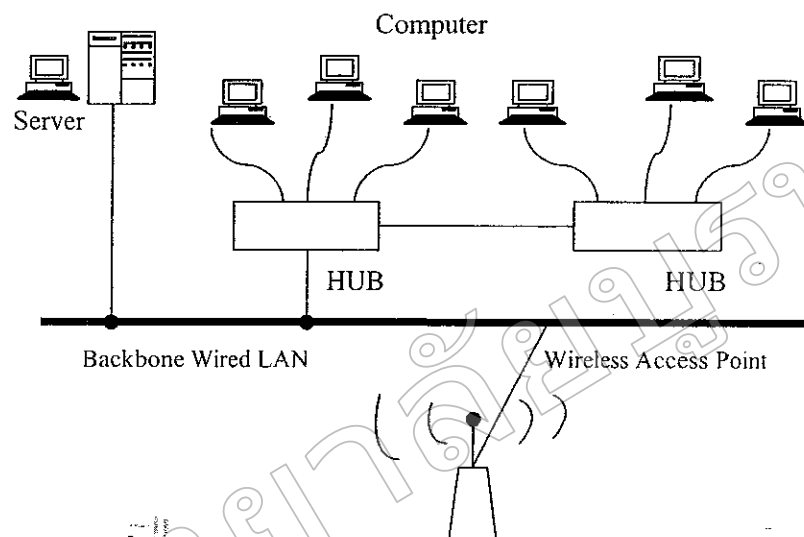


ภาพที่ 4-1 การคำนวณพิกัดหาได้จากระยะเวลาการเดินทางของคลื่นจากดาวเทียมสู่เครื่องรับ

ลักษณะการทำงานของระบบจีพีเอส จะทำงาน โดยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส (GPS Receiver) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วนำสัญญาณดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อหาพิกัดปัจจุบัน ซึ่งภายในเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก ๆ ดังนี้

1. ภาควิทยุ (RF) ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาล็อกจากดาวเทียมจีพีเอส ผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณไปเป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งไปประมวลผลในภาค Baseband
2. ภาควิทยุ (Baseband) ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณที่ได้รับมาจากภาควิทยุ (RF) เพื่อที่จะนำข้อมูลต่างๆ ไปคำนวณหาตำแหน่งต่อไป
3. ส่วน Microprocessor ทำหน้าที่ติดต่อกับภาควิทยุ (Baseband) เพื่อประมวลผลหาพิกัดตำแหน่ง และติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture)



ภาพที่ 4-2 สถาปัตยกรรมของระบบ

จากรูปเป็นระบบโดยรวม การติดต่อสื่อสารข้อมูลจากผู้ให้บริการรอล์ฟคลิฟท์ของแต่ละจุดในโรงงาน เพื่อส่งข้อมูลคำสั่งในการเรียกรถรอล์ฟคลิฟท์เข้าไปในระบบจัดเส้นทาง จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลจากอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดเส้นทาง และส่งเส้นทางที่จัดได้ให้กับรถรอล์ฟคลิฟท์

ระบบโครงสร้างประกอบไปด้วย 6 ส่วนหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ในการนำเข้าสู่ข้อมูลและแสดงผลข้อมูล นอกจากนี้ยังสามารถที่จะนำไปรองรับงานทั่วไปได้เช่น การประมวลผลค่า การคำนวณ และงานที่เกี่ยวข้องฐานข้อมูล เป็นต้น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ได้รับความนิยมในการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีราคาถูกสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายเพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เครื่องอื่นได้นอกจากเหตุผลในเรื่องราคาถูกแล้ว ยังต้องพิจารณาความสามารถของคอมพิวเตอร์ให้เหมาะกับระบบที่วางไว้ด้วย สำหรับในการจัดเส้นทางเดินรถรอล์ฟคลิฟท์ คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการนำเข้าสู่ข้อมูลคำสั่งในการเรียกรถรอล์ฟคลิฟท์เท่านั้น ดังนั้นสามารถที่จะใช้เทอร์มินัลรองรับได้
2. ระบบเครือข่ายแลน (Network LAN) เป็นระบบการสื่อสารข้อมูลที่อนุญาตให้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่อิสระกันมาเชื่อมต่อเข้าไว้ร่วมกันบนเครือข่าย ทำให้สามารถ

เครือข่ายต่าง ๆ บนเครือข่ายร่วมกันได้ เครือข่ายอีเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่ดีและคุ้มค่าที่สุด เนื่องจากเทคโนโลยีสามารถขยายได้ง่าย มีผู้เชี่ยวชาญเครือข่ายและผู้ชำนาญการเครือข่ายมากมาย อุปกรณ์เครือข่ายมีราคาถูก รวมถึงการติดตั้งไม่มีความสลับซับซ้อนใด ๆ ในปัจจุบันอีเทอร์เน็ตในรูปแบบ 10Base-T เป็นที่นิยมมีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 10 เมกะบิตต่อวินาที และเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการนำไปพัฒนาให้มีความเร็วสูงขึ้น ซึ่งโปรโตคอลที่ใช้งานบนลำดับชั้นค่าต่ำลิ่งของเครือข่ายท้องถิ่น ที่ใช้งานในปัจจุบันนี้จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของโปรโตคอล HDLC

3. เครื่องแม่ข่ายหรือ เครื่องศูนย์บริการข้อมูล (Server) เป็นคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการทรัพยากรให้กับเครื่องลูกข่ายบนเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานเป็นเซิร์ฟเวอร์นั้นมักมีสมรรถนะสูง รวมถึงถูกออกแบบมาเพื่อรองรับความทนทานต่อความผิดพลาดเนื่องจากต้องทำงานหนัก

4. ระบบแลนไร้สาย (Wireless LAN) เป็นเครือข่ายที่ทำให้เกิดการคล่องตัวสูงขึ้น ในการเชื่อมต่อเครือข่ายโดยไม่ต้องเดินสายสัญญาณ การเชื่อมต่อแลนไร้สาย อาจทำการเชื่อมต่อเพิ่มเติมกับเครือข่ายแบบมีสายที่มีอยู่แล้ว หรืออาจจะเชื่อมต่อไร้สายระหว่างกันก็ได้ โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูล แต่เดิมนั้นได้มีการใช้ย่านความถี่ที่ 900 เมกะเฮิร์ตซ์ ในการส่งข้อมูลที่ความเร็ว 2 เมกะบิตต่อวินาที และต่อมาทาง IEEE ได้กำหนดมาตรฐาน 802.11 ขึ้นมาที่ใช้นบนแลนไร้สายที่มีความเร็ว 11 เมกะบิตต่อวินาที ด้วยการใช้ความถี่ย่าน 2.4 เมกะเฮิร์ตซ์ หลักการทำงานของแลนไร้สาย จะใช้วิธีการแพร่สัญญาณคลื่นวิทยุ (Radio Frequency) และใช้พลังงานต่ำ กล่าวคือ การส่งข้อมูลจะใช้พลังงานที่พอเพียงกับการเดินทางในระยะสั้น ๆ โดยหากอยู่ภายในอาคารจะสามารถสื่อสารได้บนระยะทาง 20-25 เมตร ในขณะที่อยู่นอกอาคารสามารถสื่อสารได้บนระยะทาง 50-100 เมตร ส่วนข้อเสียที่สำคัญคือ วัตถุหรือสิ่งกีดขวางอาจสามารถกีดกันสัญญาณได้ รวมถึงคลื่นรบกวนต่าง ๆ ก็จะมีส่งผลต่อประสิทธิภาพในการสื่อสารด้วย

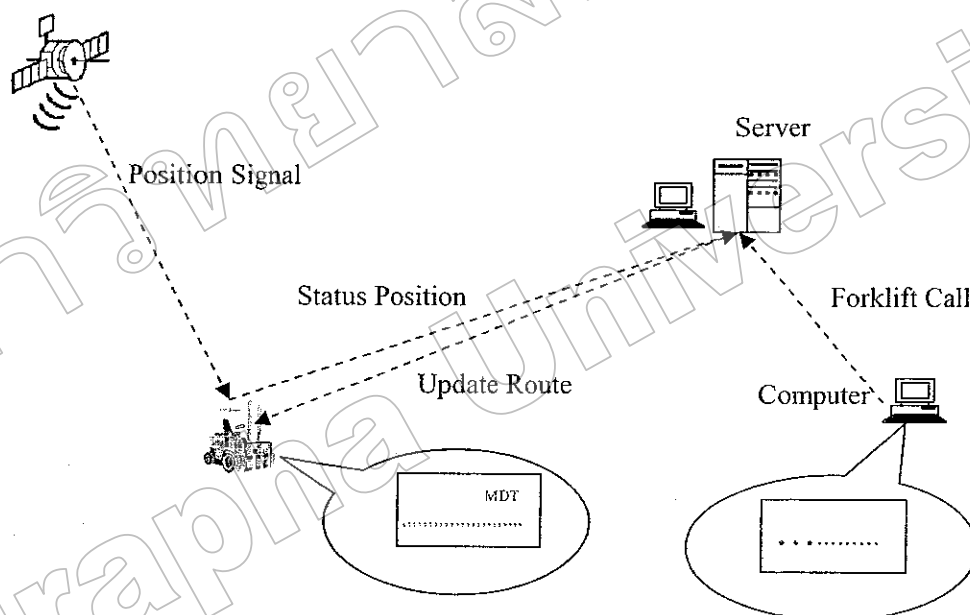
5. Mobile Data Terminal with GPS, MDT ทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส และรับข้อมูลเส้นทางและรายละเอียดงานให้แก่พนักงานขับรถไฟล์คลิฟท์ผ่านหน้าจอLCDที่ติดตั้งบนรถไฟล์คลิฟท์ ซึ่งหน้าจอดังกล่าวจะถูกออกแบบให้พนักงานขับรถไฟล์คลิฟท์แจ้งสถานะของงานที่ทำการขนย้าย เมื่อจบงานแล้วเท่านั้น

6. Software เป็น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล โดยจะทำการรับข้อมูลการเรียกรถไฟล์คลิฟท์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลและ นำเข้าข้อมูลจากนั้นทำการประมวลผลแล้วส่งข้อมูลการจัดเส้นทางไปยังรถไฟล์คลิฟท์ในรูปแบบของเท็กซ์

4. การไหลของข้อมูล (Information Flow)

ระบบจัดเส้นทางเดินรถไฟล์คลิฟท์จะสามารถทราบข้อมูล และตำแหน่งปัจจุบันของรถ

โฟล์คคลิฟท์แบบเรียลไทม์ได้จากเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสที่ติดตั้งอยู่บนรถโฟล์คคลิฟท์ เครื่องรับสัญญาณจีพีเอสจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วนำสัญญาณดังกล่าวมาประมวลผลเพื่อหาพิกัดปัจจุบัน และส่งพิกัดปัจจุบันของรถโฟล์คคลิฟท์ให้กับเครื่องแม่ข่าย (Server) เมื่อมีความต้องการเรียกรถโฟล์คคลิฟท์ข้อมูลจะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์หรือเทอร์มินัลเข้าไปที่เครื่องแม่ข่าย ซึ่งจะทำให้การประมวลผลจากอัลกอริทึมที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถโฟล์คคลิฟท์ จากนั้นเส้นทางที่ถูกจัดแล้วจะถูกส่งไปที่เครื่องรับ (Mobile Data Terminal) ที่ติดตั้งบนรถโฟล์คคลิฟท์เพื่อให้รายละเอียดของงาน และเส้นทางให้พนักงานขับรถโฟล์คคลิฟท์ทราบ เมื่อพนักงานขับรถโฟล์คคลิฟท์ให้บริการเรียบร้อยแล้วจะทำรายงานนั้น ๆ ออกจากรายการ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งกลับไปให้ระบบจัดเส้นทางเพื่อทำการตัดงานออกจากระบบ การไหลของข้อมูลดังแสดงตามภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 การไหลของข้อมูล

4.1 การออกแบบและการทำงานของหน้าจอคอมพิวเตอร์

Forklift Call

Job Description

Reel Type	Reel Size	From	To	Forklift

Call

Cancel

ภาพที่ 4-4 หน้าจอคอมพิวเตอร์ในการเรียกรถโฟล์คลิฟท์

หน้าจอดังกล่าวจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลที่ใช้ในการเรียกรถโฟล์คลิฟท์ โดยผู้ปฏิบัติงาน จะต้องป้อนรายละเอียดของงานนั้น ๆ ประกอบด้วย ชนิดของล้อ (Shipping Reel, Empty Reel, สายป้อน C245) ขนาดล้อ (W 200X130X175, 66", 96") จุดกำเนิด-จุดปลายทาง ระบุขนาดรถโฟล์คลิฟท์ จากนั้นกดปุ่ม Call ข้อมูลจะถูกส่งเข้าไปในระบบประมวลผล

4.2 การออกแบบการทำงานของ MDT ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ GPS

Forklift Route				⊙ GPS
Job No.	Job Description		From	To
1	Empty Reel	66"	25	35
2			9	16
3	C245	96"	50	29
4	Ship Reel	W 220X130X175	19	11
			Done	Cancel

ภาพที่ 4-5 หน้าจอ MDT เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ GPS

หลังจากที่ข้อมูลการเรียกรถโฟล์คคลิฟท์ถูกส่งเข้าไปประมวลผลที่ระบบจัดเส้นทางแล้วข้อมูลจะถูกส่งไปที่รถโฟล์คคลิฟท์ โดยแสดงที่หน้าจอของเครื่องรับ (MDT) เพื่อให้พนักงานขับรถโฟล์คคลิฟท์ทราบรายละเอียดของงานและเส้นทางตามลำดับเมื่อจบงานแล้วจะต้องแจ้งการจบงานโดยกดปุ่ม Done ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งกลับไปยังเลกงานที่หน่วยประมวลผลกลาง

5. การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return of Investment, ROI)

เนื่องจากการลงทุนในด้านเทคโนโลยีเพื่อรองรับระบบนี้จะมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นที่สูงในเรื่องของการติดตั้งระบบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงต้องพิจารณาทั้งความเหมาะสมและความคุ้มค่าของระบบและเทคโนโลยีที่จะใช้ ดังนั้นบริษัทจึงควรพิจารณาคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุน (Return of Investment, ROI) ร่วมด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-11 การประมาณต้นทุน

ระบบสำหรับการสื่อสาร	
ระบบ	ราคาโดยประมาณ (บาท)
Computer	30,000 บาท ต่อ 1 จุด
Network LAN	20,000
Server	150,000
Wireless LAN	20,000
ระบบสำหรับรถโฟล์คคลิฟท์	
ระบบ	ราคาโดยประมาณต่อ 1 คัน (บาท)
Mobile Data Terminal With GPS	10,000
โปรแกรม และ ค่าบำรุงรักษา	
ระบบ	ราคาโดยประมาณ (บาท)
Software	100,000
Monthly Maintenance	5,000

เนื่องจากบริษัทได้มีการวางระบบแลนไว้ในโรงงานเรียบร้อยแล้วและสามารถเชื่อมต่อสื่อสารได้ครอบคลุมทุกจุดส่งเพื่อเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างรถโฟล์คคลิฟท์กับระบบจัดเส้นทางจำเป็นต้องติดตั้งระบบแลนไร้สายโดยทำการเชื่อมต่อกับระบบแลนที่มีอยู่แล้วโดยทำการติดตั้ง Access Point ให้สามารถสื่อสารได้ครอบคลุมพื้นที่ปฏิบัติงาน รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ Mobile Data Terminal With GPS ที่ติดตั้งบนรถโฟล์คคลิฟท์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-12 ผลตอบแทนจากการลงทุน

รายละเอียด	หมายเหตุ	หน่วย	0	1	2	3	
		ปี	2006	2007	2008	2009	รวม
เงินลงทุน							
- เชื้อเพลิงแล่นไร้สาย	20,000	บาท/จุด	200,000				
และอุปกรณ์จำนวน 10 จุด							
- MTD จำนวน 6 ตัว	10,000	บาท/ตัว	60,000				
- ค่าโปรแกรม	100,000	บาท	100,000				
- ค่าดูแลระบบ	5,000	บาท/เดือน	0	60,000	60,000	60,000	
รวมเงินลงทุน			360,000	60,000	60,000	60,000	
ส่วนประหยัดจากการติดตั้งระบบ	23,100	บาท/เดือน		277,200	277,200	277,200	
ผลตอบแทน			360,000	217,000	217,000	217,000	
NPV: MLR 6.75 %			360,000	203,460	190,601	178,548	212,615

ซึ่งจากข้อมูลทั้งหมดสามารถคำนวณหาผลตอบแทนจากการลงทุนด้านการเงินได้ดังนี้

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) จากตารางมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 212,615 บาท ในช่วงระยะเวลา 3 ปี
2. อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return) ซึ่งมีค่าร้อยละ 84.5 ต่อปี
3. ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) ประมาณ 1 ปี 10 เดือน