

บทที่ 6

การประยุกต์ใช้โปรแกรม และเปรียบเทียบผลกับการจัดสรรที่ผ่านมา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะประยุกต์ใช้โปรแกรมในการช่วยตัดสินใจสำหรับการจัดสรรงบประมาณในการบำรุงรักษาทางหลวง ประเภท บำรุงตามกำหนดเวลา บำรุงพิเศษ และบูรณะ ประจำปีงบประมาณ 2550 ภายใต้เขตความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 1 กรมทางหลวง โดยครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด คือ เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน และแม่ฮ่องสอน ซึ่งงบประมาณสำหรับบำรุงรักษาทางหลวงไม่เพียงพอที่จะจัดสรรให้แก่ทุกสายทาง

6.1 ข้อมูลนำเข้า

สำหรับแผนงานบำรุงรักษาทางหลวง ประเภท บำรุงตามกำหนดเวลา บำรุงพิเศษ และบูรณะ ประจำปีงบประมาณ 2550 เมื่อผ่านการรวบรวมและวิเคราะห์ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 4 สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

ก. โครงการบำรุงทาง จำนวน 105 โครงการ

ข. คุณลักษณะของแต่ละสายทาง จำนวน 5 คุณลักษณะ ดังนี้

- ปริมาณการจราจรในแต่ละสายทาง (คัน/วัน)
- ค่าความขรุขระที่ลดลงหลังการบำรุงทาง (เมตร/กิโลเมตร)
- ปริมาณน้ำมันที่ลดลงหลังการบำรุงทาง (ลิตร/วัน)
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงหลังการบำรุงทาง (กิโลกรัม/วัน)
- ค่าก่อสร้างของแต่ละสายทาง (บาท)

ค. งบประมาณที่ได้รับจากกรมทางหลวงเพื่อซ่อมบำรุงทาง ประเภทบำรุงตามกำหนดเวลา บำรุงพิเศษ และบูรณะ ประจำปีงบประมาณ 2550 ไม่นับรวมสำหรับงานซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ จำนวน 158,073,500.00 บาท

6.2 เป้าหมายในการบำรุงทาง

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้กำหนดเป้าหมายในการบำรุงทางไว้ดังนี้

- ผลประโยชน์ด้านวิศวกรรม พิจารณาจาก ค่าความขรุขระของสายทางที่ลดลง มีผลต่อความเร็วของยานพาหนะที่ดีขึ้นและความสะดวกสบาย ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับระดับการให้บริการ

- ผลประโยชน์ด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากค่าใช้จ่ายในการจับที่ลดลง
- ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่ลดลง
- ผลประโยชน์ด้านสังคมในแง่โอกาสในการใช้ประโยชน์จากโครงการซ่อมบำรุง พิจารณาจากปริมาณจราจร ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณผู้ใช้
- ค่าใช้จ่ายโครงการที่พิจารณาจากจำนวนเงินค่าก่อสร้าง

สำหรับค่าน้ำหนักที่กำหนดให้กับคุณลักษณะแต่ละตัวตามระดับความสำคัญนั้นได้ดัดแปลงมาจากงานวิจัยของ Feng Wang et al. (2003), Niemeier et al. (1995) และ Liu, C., et al (1997) ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับคุณลักษณะด้านค่าใช้จ่ายมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปริมาณการจราจร และความชำรุดของถนนตามลำดับ เนื่องจากการวิจัยนี้มีการพิจารณาคุณลักษณะของถนนที่มีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Niemeier, et al (1995) ดังกล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 อีกทั้งไม่พบค่าน้ำหนักที่ใช้โดยกรมทางหลวงที่ตรงกับการศึกษา การวิจัยนี้จึงตั้งสมมติฐานว่าการกำหนดค่าน้ำหนักให้กับคุณลักษณะ โดยเทียบเคียงงานวิจัยดังกล่าวมีความเหมาะสม ตามค่าที่แสดงในตาราง 6.1

ตาราง 6.1 ค่าน้ำหนักของแต่ละคุณลักษณะ

คุณลักษณะ	ปริมาณการจราจร	ค่าความชำรุดที่ลดลง	ปริมาณน้ำมันที่ลดลง	ปริมาณ CO ₂ ที่ลดลง	ค่าก่อสร้าง	ผลรวม
ค่าน้ำหนัก	0.30	0.10	0.20	0.10	0.30	1.00

6.3 สมการเป้าหมาย และสมการข้อจำกัด

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนด สมการเป้าหมายและสมการข้อจำกัด คือ

$$\text{สมการเป้าหมาย} \quad \text{Max } Z = \sum_{i=1}^n P_i x_i \quad (6.1)$$

$$\text{สมการข้อจำกัด} \quad \sum_{i=1}^n c_i x_i \leq C \quad (6.2)$$

โดยที่ PI_i	คือ	ค่า Priority Index ของโครงการ i
x_i	คือ	Decision Variable ของ โครงการ i มีค่าเท่ากับ 0 หรือ 1 โดย เท่ากับ 1 ถ้าโครงการ i ถูกเลือก เท่ากับ 0 ถ้าโครงการ i ไม่ถูกเลือก
c_i	คือ	ค่าก่อสร้าง ของโครงการ i
C	คือ	งบประมาณที่มีอยู่

6.4 Penalty Function

เพื่อเป็นการบังคับให้กระบวนการหาคำตอบ ให้คำตอบที่อยู่ในช่วงของสมการข้อจำกัด จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนสมการเป้าหมายแบบ Constraint มาเป็นแบบ Unconstraint โดยประยุกต์เทคนิคของ Penalty Function ซึ่งจะได้สมการเป้าหมายใหม่ดังนี้

$$\text{สมการเป้าหมาย } Z^* = \left(\sum_{i=1}^n PI_i x_i \right) [p(x)] \quad (6.3)$$

$$p(x) = 1 - \frac{\left| \sum_{i=1}^n c_i x_i - C \right|}{\delta} \quad (6.4)$$

$$\delta = \min \left\{ C, \left| \sum_{i=1}^n c_i - C \right| \right\} \quad (6.5)$$

โดยที่ $p(x)$	คือ	Penalty Function
δ	คือ	ค่าน้อยของค่าในวงเล็บของสมการ

6.5 ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

จากการทดลองคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบ Objective function กับ พารามิเตอร์ของ Genetic Algorithm ปรากฏผลดังรูป 6.1 และสรุปช่วงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญไว้ในตาราง 6.2 พบว่าค่า พารามิเตอร์ ของ Genetic Algorithm ที่เหมาะสม คือ

- จำนวนประชากร Pop_size = 100
- อัตราการ CrossOver = 90 %
- อัตราการ Mutation = 1 %

- จำนวนรอบทำซ้ำ = 2,000 รอบ
- เวลาในการคำนวณ = 105 วินาที

ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรมคำนวณคัดเลือกโครงการที่เหมาะสม ปรากฏผลดังแสดงใน

ตาราง 6.3 โดยมีแนวโน้มการเข้าสู่ค่าตอบดังแสดงใน รูป 6.2

ตาราง 6.2 ผลการคำนวณ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของ Genetic Algorithm

GA Parameter	No.	Objective Function	GA Parameter	No.	Objective Function
Pop_size = 50 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 200 time = 7 sec.	1	11.4023	Pop_size = 50 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 1000 time = 25 sec.	1	11.6465
	2	10.8409		2	11.4200
	3	10.8482		3	11.5325
	4	10.8676		4	11.4457
	5	10.8414		5	11.7732
	6	10.9850		6	11.5756
	7	10.7970		7	11.2528
	8	10.8638		8	11.4582
	9	11.1448		9	11.6101
	10	10.4733		10	11.4305
	เฉลี่ย	10.9064		เฉลี่ย	11.5145
Pop_size = 50 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 2000 time = 50 sec.	1	11.7485	Pop_size = 50 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 3000 time = 75 sec.	1	12.0722
	2	11.4060		2	12.0298
	3	11.7691		3	11.6515
	4	11.6909		4	11.8532
	5	11.5987		5	11.5477
	6	11.4064		6	11.6856
	7	11.6832		7	11.6501
	8	12.1378		8	11.7626
	9	11.5014		9	11.7918
	10	11.5051		10	12.2462
	เฉลี่ย	11.6447		เฉลี่ย	11.8291

ตาราง 6.2 (ต่อ) ผลการคำนวณ เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของ Genetic Algorithm

GA Parameter	No.	Objective Function	GA Parameter	No.	Objective Function
Pop_size = 100 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 500 time = 30 sec.	1	11.8018	Pop_size = 100 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 1000 time = 53 sec.	1	12.0234
	2	11.6030		2	12.0039
	3	11.0666		3	11.9225
	4	11.6057		4	11.8623
	5	11.6769		5	11.5540
	6	11.4612		6	11.9228
	7	12.0175		7	12.2669
	8	11.4463		8	11.8170
	9	11.6400		9	11.9411
	10	11.6273		10	12.0314
	เฉลี่ย	11.5946		เฉลี่ย	11.9345
Pop_size = 100 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 2000 time = 105 sec.	1	12.4277	Pop_size = 100 Pc = 0.90 Pm = 0.01 Iteration = 3000 time = 160 sec.	1	11.8018
	2	11.9989		2	11.8116
	3	11.9934		3	11.7591
	4	11.9384		4	12.2663
	5	12.1497		5	12.0854
	6	12.0574		6	11.8018
	7	12.3988		7	11.8116
	8	12.0751		8	11.8018
	9	12.2740		9	11.8116
	10	12.0639		10	11.7591
	เฉลี่ย	12.1377		เฉลี่ย	11.8710

ตาราง 6.3 ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทางการ ทาง	ปริมาณ การจราจร (ตัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
1	เชียงใหม่ 1	1,188	0.00	0.0000	0.0000	1,718,500.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.3094	0
2	เชียงใหม่ 1	513	0.00	0.0000	0.0000	5,630,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2690	0
3	เชียงใหม่ 1	1,126	0.00	0.0000	0.0000	4,872,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2785	1
4	เชียงใหม่ 1	2,044	0.22	3.4987	8.8136	10,476,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2220	0
5	เชียงใหม่ 1	2,723	0.52	8.7909	22.1454	8,496,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2564	0
6	เชียงใหม่ 1	2,764	1.07	28.2545	71.1762	12,600,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2620	0
7	เชียงใหม่ 1	4,545	0.09	3.5899	9.0434	11,220,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2218	0
8	เชียงใหม่ 1	3,734	0.00	0.0000	0.0000	12,006,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2051	0
9	เชียงใหม่ 1	5,395	0.00	0.0000	0.0000	4,905,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2934	0
10	เชียงใหม่ 1	2,764	0.86	8.8460	22.2842	3,551,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.3121	1
11	เชียงใหม่ 1	2,871	0.92	19.6375	49.4691	8,355,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2819	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทาง ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
12	เสียงใหม่ 1	5,395	0.34	8.9985	22.6683	5,535,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ชม.	0.2988	0
13	เสียงใหม่ 1	3,677	1.30	12.0091	30.2524	5,264,000.00	ปูผิว AC 5 ชม.	0.3079	1
14	เสียงใหม่ 1	1,370	1.41	7.1318	17.9659	5,152,000.00	ปูผิว AC 5 ชม.	0.2952	1
15	เสียงใหม่ 1	51,080	0.00	0.0000	0.0000	2,500,000.00	อุดรอยต่อด้วย อีพอกซี	0.5988	1
16	เสียงใหม่ 1	2,723	1.31	17.8891	45.0647	11,470,000.00	เสริมผิว AC 5 ชม.	0.2491	0
17	เสียงใหม่ 1	4,545	1.22	44.8051	112.8690	18,520,950.00	เสริมผิว AC 5 ชม.	0.2856	0
18	เสียงใหม่ 1	3,677	1.37	31.5787	79.5504	14,905,000.00	เสริมผิว AC 5 ชม.	0.2601	0
19	เสียงใหม่ 2	6,589	0.00	0.0000	0.0000	6,100,000.00	ฉาผิว ไมโครซิล	0.2864	1
20	เสียงใหม่ 2	10,706	0.00	0.0000	0.0000	1,320,000.00	ฉาผิว ไมโครซิล	0.3536	1
21	เสียงใหม่ 2	4,862	0.00	0.0000	0.0000	9,750,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ชม.	0.2376	0
22	เสียงใหม่ 2	1,509	0.27	3.8811	9.7769	9,975,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ชม.	0.2272	0
23	เสียงใหม่ 2	28,027	0.00	0.0000	0.0000	14,400,000.00	ปูผิว AC 5 ชม.	0.3899	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แขวง ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
24	เชียงใหม่3	961	0.00	0.0000	0.0000	2,620,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.3003	1
25	เชียงใหม่3	1,575	0.00	0.0000	0.0000	1,000,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.3171	1
26	เชียงใหม่3	7,705	0.00	0.0000	0.0000	6,900,000.00	ฉาบผิว สเลอริซัล	0.2837	0
27	เชียงใหม่3	1,760	0.00	0.0000	0.0000	4,800,000.00	ฉาบผิว สเลอริซัล	0.2811	1
28	เชียงใหม่3	961	0.00	0.0000	0.0000	2,800,000.00	ฉาบผิว สเลอริซัล	0.2986	1
29	เชียงใหม่3	1,760	0.00	0.0000	0.0000	4,800,000.00	ฉาบผิว สเลอริซัล	0.2811	1
30	เชียงใหม่3	9,861	0.12	8.5563	21.5542	7,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3025	0
31	เชียงใหม่3	9,861	0.00	0.3592	0.9049	7,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2915	0
32	เชียงใหม่3	1,463	0.89	9.3165	23.4693	10,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2392	0
33	เชียงใหม่3	1,463	0.89	7.2155	18.1767	8,200,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2570	0
34	เชียงใหม่3	3,669	0.20	0.8280	2.0858	1,343,500.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3228	1
35	เชียงใหม่3	829	2.08	10.7833	27.1644	7,125,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2883	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทางการ ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
36	เชียงใหม่3	10,066	0.50	12.4309	31.3149	4,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3428	1
37	เชียงใหม่3	452	1.03	3.6049	9.0811	7,500,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2595	0
38	เชียงใหม่3	1,823	4.47	74.6543	188.0625	9,855,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.4543	0
39	เชียงใหม่3	961	1.06	6.4008	16.1243	9,125,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2461	0
40	เชียงใหม่3	961	1.32	7.9370	19.9941	7,400,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2704	0
41	เชียงใหม่3	10,066	0.68	44.7968	112.8481	7,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3941	0
42	เชียงใหม่3	961	1.53	9.2021	23.1810	74,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2750	0
43	เชียงใหม่3	333	0.89	2.0920	5.2699	10,460,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2225	0
44	เชียงใหม่3	7,975	0.16	8.0899	20.3794	7,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2905	0
45	เชียงใหม่3	7,975	0.00	0.2609	0.6573	7,350,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2804	0
46	เชียงใหม่3	961	0.85	5.1357	12.9374	9,125,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2421	1
47	ลำปาง	1,554	0.00	0.0000	0.0000	3,888,000.00	ฉาบผิว สเลอรี่ซีด	0.2897	1

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทาง ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
48	ลำปาง	10,037	0.38	23.7206	59.7549	7,000,000.00	ทำผิวเคลือบซีล	0.3387	0
49	ลำปาง	15,036	0.00	0.0000	0.0000	2,100,000.00	เปลี่ยนวัสดุรอยต่อ	0.3732	1
50	ลำปาง	11,799	0.00	0.0000	0.0000	7,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.3076	0
51	ลำปาง	1,293	1.21	13.6853	34.4748	8,900,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2624	0
52	ลำปาง	12,020	0.00	0.0000	0.0000	7,080,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.3083	0
53	ลำปาง	2,883	0.25	4.5905	11.5640	8,400,000.00	ทำผิวเคลือบซีล	0.2508	0
54	ลำปาง	15,036	0.00	0.0000	0.0000	1,600,000.00	ซ่อมผิว คสล. สัปดาห์ถึง	0.3772	1
55	ลำปาง	11,799	0.00	0.0000	0.0000	16,800,000.00	รีไซเคิล	0.2066	0
56	ลำปาง2	2,404	0.32	5.4493	13.7275	10,000,000.00	ทำผิวทาง AC. 5 ซม.	0.2317	0
57	ลำปาง2	7,613	0.13	3.5793	9.0166	7,000,000.00	ทำผิวทาง AC. 5 ซม.	0.2864	0
58	ลำปาง2	5,178	0.00	0.0000	0.0000	8,500,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2535	0
59	ลำปาง2	5,178	0.00	0.0000	0.0000	8,500,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2535	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทาง ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
60	ลำปาง2	3,016	0.00	0.0000	0.0000	7,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2618	1
61	ลำปาง2	4,988	0.00	0.0000	0.0000	10,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2352	0
62	ลำปาง2	5,178	2.40	31.1028	78.3513	7,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.3541	0
63	ลำปาง2	1,249	0.00	0.0000	0.0000	7,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2563	1
64	ลำปาง2	1,817	0.16	1.8338	4.6196	7,400,000.00	ทำผิวเคลือบ	0.2556	1
65	ลำปาง2	2,404	0.55	6.0415	15.2192	8,000,000.00	ทำผิวทาง AC. 5 ซม.	0.2576	0
66	ลำพูน	550	0.00	0.0000	0.0000	1,536,000.00	ฉาบผิวทาง	0.3093	1
67	ลำพูน	1,350	0.00	0.0000	0.0000	5,120,000.00	ฉาบผิวทาง	0.2766	0
68	ลำพูน	28,801	0.24	23.1550	58.3301	7,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.4960	0
69	ลำพูน	28,801	0.35	31.5956	79.5928	6,990,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.5198	1
70	ลำพูน	28,801	0.25	64.0594	161.3727	6,218,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.6026	1
71	ลำพูน	3,149	0.54	8.0639	20.3139	6,840,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2756	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทางการ ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
72	ลำพูน	3,149	0.75	3.5414	8.9212	2,112,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3202	1
73	ลำพูน	6,295	0.83	13.7564	34.6538	3,696,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3331	1
74	ลำพูน	6,295	0.65	20.5201	51.6924	7,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3112	0
75	ลำพูน	6,295	0.61	19.0995	48.1137	7,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3079	0
76	ลำพูน	6,295	0.63	11.3906	28.6943	4,048,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3241	1
77	ลำพูน	17,197	0.61	42.9193	108.1185	5,720,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.4558	1
78	ลำพูน	17,197	0.20	17.2486	43.4511	7,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3779	1
79	ลำพูน	17,197	0.00	0.0000	0.0000	3,361,600.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3777	1
80	แม่ฮ่องสอน	5,724	0.81	19.1235	48.1741	10,000,000.00	ทำผิวเคลือบสี	0.2752	0
81	แม่ฮ่องสอน	2,520	0.48	6.9034	17.3904	10,000,000.00	ทำผิวเคลือบสี	0.2351	0
82	แม่ฮ่องสอน	2,979	0.38	8.4977	21.4066	7,500,000.00	ทำผิวเคลือบสี	0.2670	0
83	แม่ฮ่องสอน	7,320	0.32	21.2770	53.5991	10,000,000.00	ทำผิวทาง AC. 5 ซม.	0.2847	0

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

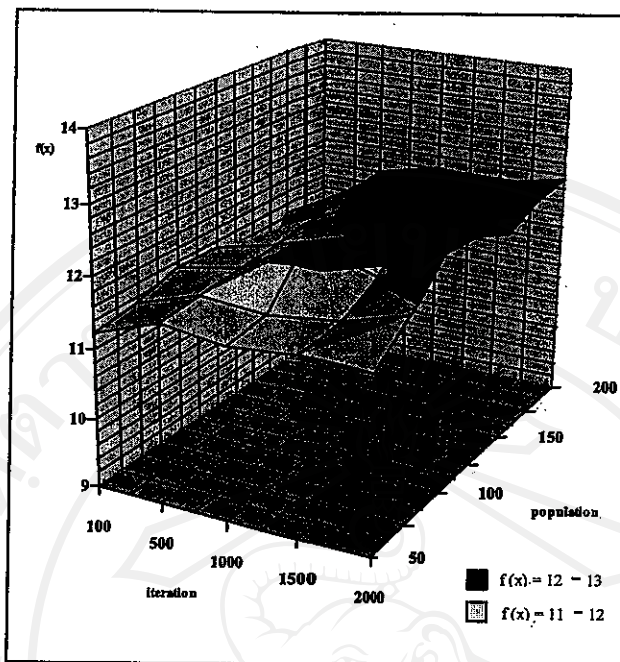
โครงการที่	แนวทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
84	แม่ฮ่องสอน	7,320	0.46	24.6368	62.0630	10,000,000.00	ทำผิวทาง AC 5 ซม.	0.2944	0
85	แม่ฮ่องสอน	1,577	0.00	0.0000	0.0000	4,900,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2795	1
86	แม่ฮ่องสอน	2,003	0.00	0.0000	0.0000	5,000,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2798	0
87	เชียงใหม่	16,508	0.36	76.9510	193.8482	19,800,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.4535	0
88	เชียงใหม่	5,113	0.05	1.0119	2.5490	7,356,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2671	0
89	เชียงใหม่2	18,536	0.00	0.0000	0.0000	25,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2381	0
90	เชียงใหม่3	3,649	0.80	14.4973	36.5204	8,906,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2675	0
91	เชียงใหม่3	1,532	0.20	1.3172	3.3183	8,505,500.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2420	0
92	เชียงใหม่3	733	0.00	0.0000	0.0000	6,454,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2608	0
93	ลำพูน	938	0.00	0.0000	0.0000	6,783,000.00	ฉาบผิว	0.2578	0
94	ลำพูน	581	0.00	0.0000	0.0000	1,539,000.00	ฉาบผิว	0.3094	1
95	ลำพูน	2,679	0.85	8.4183	21.2067	5,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2966	1

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

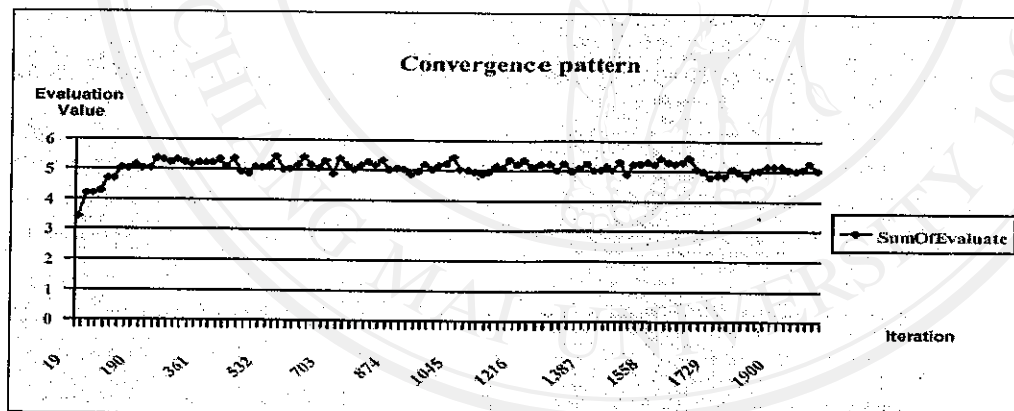
โครงการที่	แนวทางการ ทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำฝนที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
96	ลำพูน	509	0.95	1.3338	3.3599	5,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2832	1
97	ลำพูน	21,646	0.00	0.0000	0.0000	1,994,000.00	เปลี่ยนวัสดุรอยต่อ	0.4198	1
98	ลำปาง2	2,890	0.00	0.0000	0.0000	10,000,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2267	0
99	ลำปาง2	5,293	0.00	0.0000	0.0000	9,890,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2379	0
100	ลำปาง1	14,708	0.00	0.0000	0.0000	9,500,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3047	0
101	ลำปาง1	1,410	0.00	0.0000	0.0000	8,000,000.00	ปรับระดับผิว	0.2455	0
102	ลำปาง1	1,343	0.00	0.0000	0.0000	8,000,000.00	ปรับระดับผิว	0.2454	0
103	แม่ฮ่องสอน	1,489	0.22	2.0229	5.0960	8,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2483	1
104	แม่ฮ่องสอน	551	0.00	0.0000	0.0000	6,347,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.2615	0
105	แม่ฮ่องสอน	1,931	0.00	0.0000	0.0000	1,999,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซัล	0.3091	1
รวม ทุกโครงการ		661,565	44.51	941.2896	2,371.2367	772,558,550.00		31.3820	105

ตาราง 6.3 (ต่อ) ผลการประยุกต์ใช้โปรแกรม

โครงการที่	แนวทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างโดยสังเขป	PI	Result
รวม โครงการ ที่เลือก		292,627	10.92	244.5016	615.9272	157,699,100.00		12.3988	37
คิดเป็น ร้อยละของ โครงการ ทั้งหมด		44.23	24.53	25.98	25.97	20.41		39.51	35.24



รูป 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Objective function, $f(x)$ กับค่า พารามิเตอร์ของ GA



รูป 6.2 กราฟแสดงการลู่เข้าสู่คำตอบ

6.6 การจัดสรรที่ดินเพื่อการจริง

โครงการบำรุงทางประเภทบำรุงตามกำหนดเวลา บำรุงพิเศษ และบูรณะ ประจำปีงบประมาณ 2550 ไม่นับรวมสำหรับงานซ่อมบำรุงระบบระบายน้ำ ที่ได้รับการคัดเลือกให้ก่อสร้างจริงของสำนักทางหลวงที่ 1 ในปีงบประมาณ 2550 คิดเป็นมูลค่า 158,073,500.00 บาท แสดงดังตาราง 6.4

ตาราง 6.4 โครงการที่ได้รับบริการคัดเลือกให้ก่อสร้างจริง

โครงการที่	แนวทางการทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม./กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/ วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างที่สำคัญ โดยสังเขป	PI	Result
87	เชียงใหม่1	16,508	0.36	76.9510	193.8482	19,800,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.4535	1
88	เชียงใหม่1	5,113	0.05	1.0119	2.5490	7,356,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2671	1
89	เชียงใหม่2	18,536	0.00	0.0000	0.0000	25,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2381	1
90	เชียงใหม่3	3,649	0.80	14.4973	36.5204	8,906,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2675	1
91	เชียงใหม่3	1,532	0.20	1.3172	3.3183	8,505,500.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2420	1
92	เชียงใหม่3	733	0.00	0.0000	0.0000	6,454,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริซิด	0.2608	1
93	ลำพูน	938	0.00	0.0000	0.0000	6,783,000.00	ฉาบผิว	0.2578	1
94	ลำพูน	581	0.00	0.0000	0.0000	1,539,000.00	ฉาบผิว	0.3094	1
95	ลำพูน	2,679	0.85	8.4183	21.2067	5,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2966	1
96	ลำพูน	509	0.95	1.3338	3.3599	5,000,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2832	1
97	ลำพูน	21,646	0.00	0.0000	0.0000	1,994,000.00	เปลี่ยนวัสดุรอยต่อ	0.4198	1

ตาราง 6.4 (ต่อ) โครงการที่ได้รับคัดเลือกให้ก่อสร้างจริง

โครงการที่	แนวทางการทาง	ปริมาณ การจราจร (คัน/วัน)	ค่าความ ขรุขระที่ ลดลง (ม/กม.)	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง (ลิตร/ วัน)	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง (กิโลกรัม/ วัน)	ค่าก่อสร้าง (บาท)	รายการก่อสร้างที่สำคัญ โดยสังเขป	PI	Result
98	ลำปาง2	2,890	0.00	0.0000	0.0000	10,000,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริทิล	0.2267	1
99	ลำปาง2	5,293	0.00	0.0000	0.0000	9,890,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.2379	1
100	ลำปาง1	14,708	0.00	0.0000	0.0000	9,500,000.00	เสริมผิว AC 5 ซม.	0.3047	1
101	ลำปาง1	1,410	0.00	0.0000	0.0000	8,000,000.00	ปรับระดับผิว	0.2455	1
102	ลำปาง1	1,343	0.00	0.0000	0.0000	8,000,000.00	ปรับระดับผิว	0.2454	1
103	แม่ฮ่องสอน	1,489	0.22	2.0229	5.0960	8,000,000.00	ปรับระดับผิว AC 4 ซม.	0.2483	1
104	แม่ฮ่องสอน	551	0.00	0.0000	0.0000	6,347,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริทิล	0.2615	1
105	แม่ฮ่องสอน	1,931	0.00	0.0000	0.0000	1,999,000.00	ฉาบผิว พาราสเลอริทิล	0.3091	1
รวมโครงการที่ เลือก		102,039	3.42	105.5524	265.8985	158,073,500.00		5.3749	19
คิดเป็นร้อยละ ของโครงการ ทั้งหมด		15.42	7.68	11.21	11.21	20.46		17.13	18.10

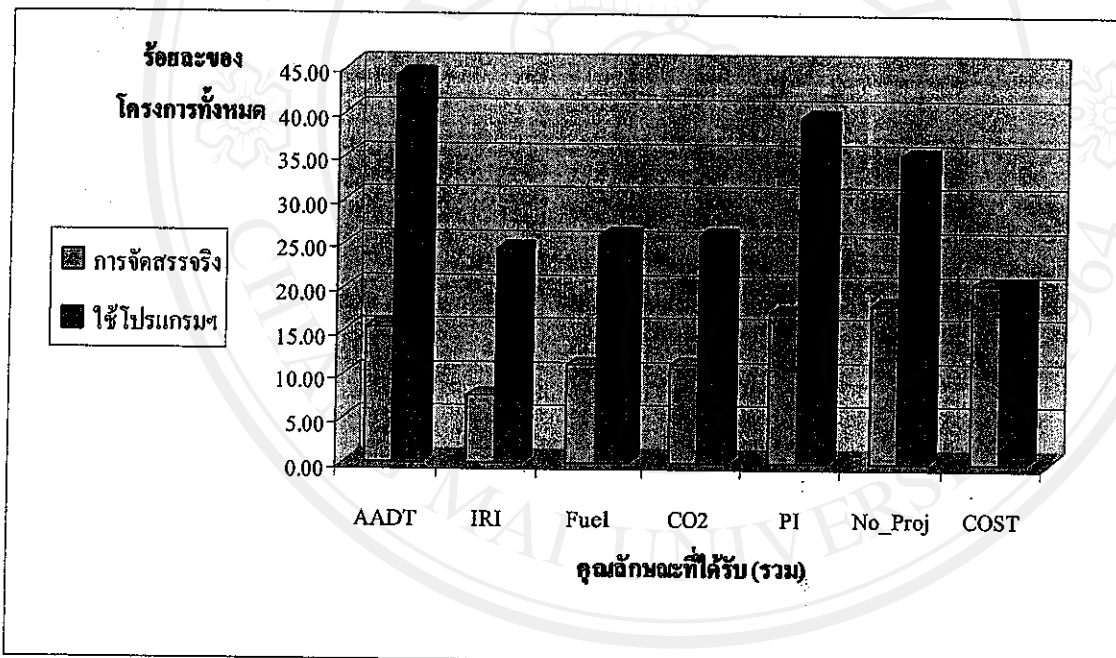
6.7 เปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้โปรแกรมกับการจัดสรรที่ดำเนินการจริง

ในการศึกษานี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้โปรแกรมกับการจัดสรรที่ดำเนินการจริง ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- เปรียบเทียบคุณลักษณะโดยรวมของสายทาง และค่า PI ที่ได้รับ
- เปรียบเทียบการกระจายตัวของงบประมาณ

6.7.1 เปรียบเทียบคุณลักษณะโดยรวมของสายทาง และค่า PI ที่ได้รับ

จากผลการคำนวณหาค่าคุณลักษณะ และค่า PI ของสายทางที่เกิดขึ้นจากผลของการจัดสรรที่ดำเนินการจริง และผลของการคำนวณโดย โปรแกรมช่วยตัดสินใจ ดังกล่าวข้างต้น เมื่อนำค่าคุณลักษณะต่างๆ มาเปรียบเทียบ สามารถแสดงได้ดังรูป 6.3



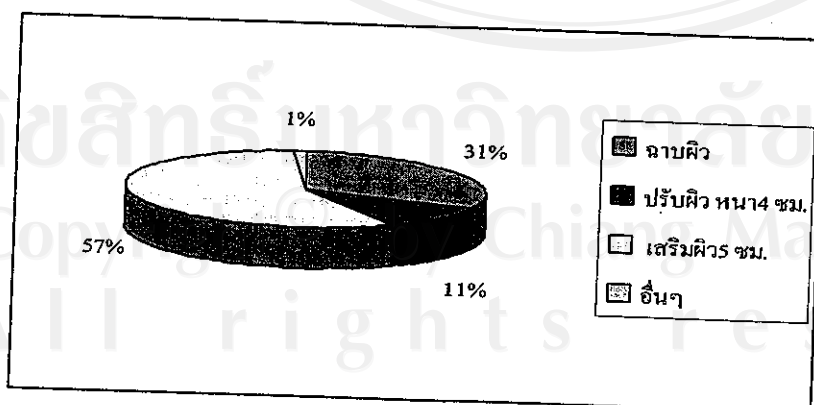
รูป 6.3 เปรียบเทียบคุณลักษณะที่ได้รับระหว่างการจัดสรรที่ดำเนินการจริง กับการใช้โปรแกรมฯ

จากผลการเปรียบเทียบตามรูป 6.3 แสดงให้เห็นว่า ในการคัดเลือกโครงการบำรุงรักษาทางหลวงโดยใช้โปรแกรมช่วยตัดสินใจ จะให้คุณลักษณะโดยรวมของสายทางที่ถูกเลือกในทุกๆ ด้านที่นำมาวิเคราะห์ศึกษาในครั้งนี้ สูงกว่าการจัดสรรที่ดำเนินการจริง รวมทั้งจำนวนโครงการที่ถูกเลือกก็มากกว่าด้วยสามารถสรุปได้เป็น ตาราง 6.4

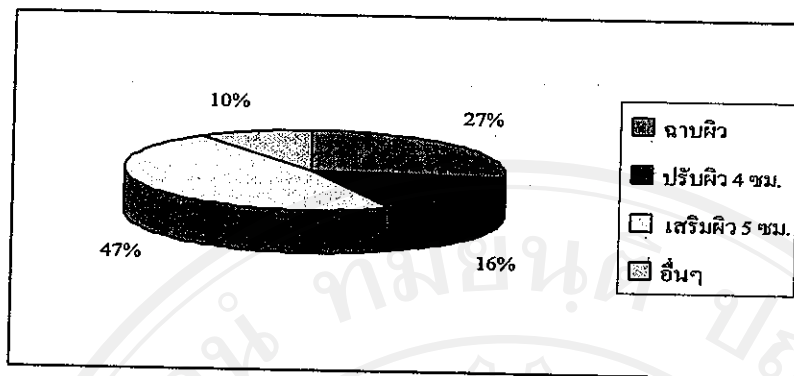
ตาราง 6.4 ร้อยละของคุณลักษณะที่ได้รับเทียบกับคุณลักษณะรวมทั้งหมดทุกโครงการ

	ปริมาณ การจราจร	ค่า IRI ที่ลดลง	ปริมาณ น้ำมันที่ ลดลง	ปริมาณ CO ₂ ที่ ลดลง	PI	จำนวน โครงการ	ค่า ก่อสร้าง
รวมทั้งหมด ทุกโครงการ	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
การจัดสรร จริง	15.42	7.68	11.21	11.21	17.13	18.10	20.46
ใช้โปรแกรม ช่วยตัดสินใจ	44.23	24.53	25.98	25.97	39.51	35.24	20.41

จากการศึกษาพบว่า การก่อสร้างประเภทเสริมความหนาของผิวทาง ได้แก่ การปรับผิวทางด้วยแอสฟัลติก หนา 4 ซม. และ การเสริมผิวด้วยแอสฟัลติก หนา 5 ซม. จะส่งผลโดยตรงต่อคุณลักษณะถึง 3 คุณลักษณะ คือ ความขรุขระที่ลดลง ปริมาณการใช้น้ำมัน และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง ในขณะที่การก่อสร้างประเภทอื่นจะไม่มีผลใดๆต่อคุณลักษณะดังกล่าว เมื่อวิเคราะห์การกระจายงบประมาณตามประเภทการก่อสร้าง สำหรับการ จัดสรรที่ดำเนินการจริง และการการจัดสรรโดยโปรแกรมช่วยตัดสินใจ ปรากฏผลตามรูป 6.4 และ 6.5 ซึ่งเห็นได้ว่าสัดส่วนของการก่อสร้างประเภทเสริมความหนาของผิวทาง สำหรับการ จัดสรรที่ดำเนินการจริง อยู่ที่ร้อยละ 68 และการจัดสรรโดยโปรแกรมช่วยตัดสินใจ อยู่ที่ร้อยละ 63 ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน



รูป 6.4 การกระจายงบประมาณตามประเภทงานก่อสร้าง สำหรับการ จัดสรรที่ดำเนินการจริง

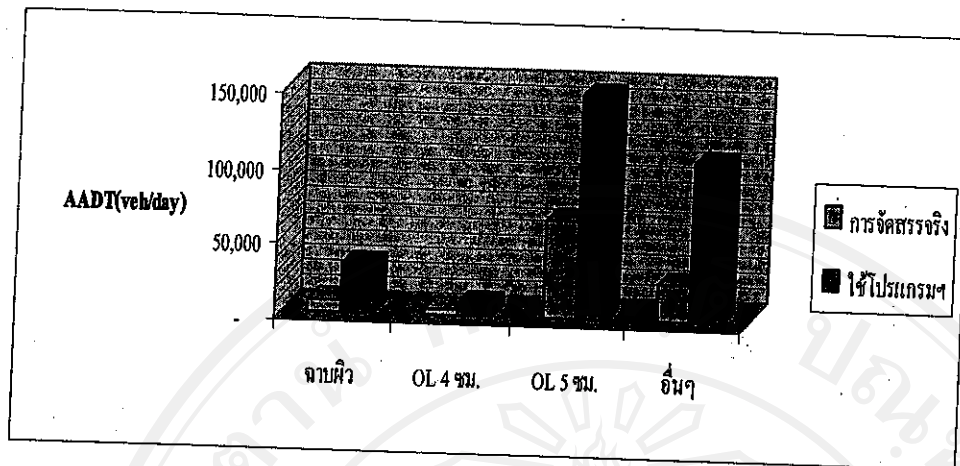


รูป 6.5 การกระจายงบประมาณตามประเภทงานก่อสร้าง สำหรับการจัดสรรโดยโปรแกรมฯ

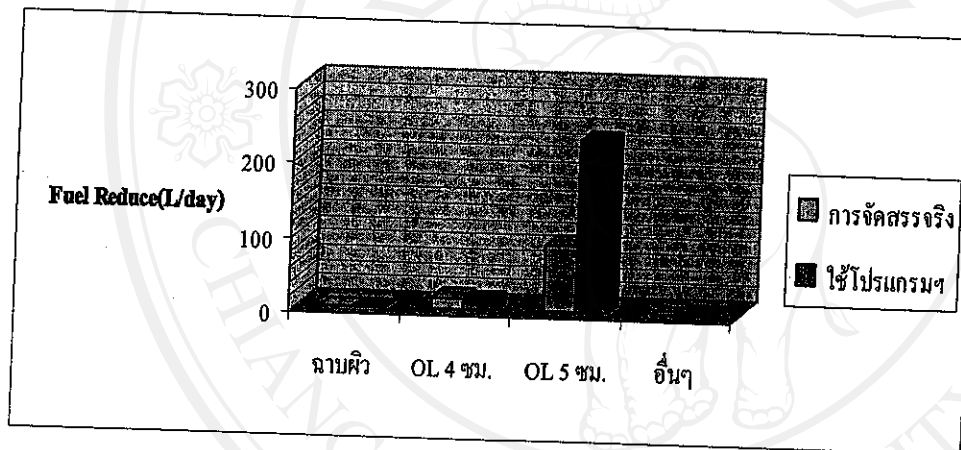
เมื่อพิจารณาต่อไปพบว่า ปริมาณการจราจรที่ได้รับผลจากการก่อสร้างประเภทเสริมความหนาของผิวทาง สำหรับการจัดสรรที่ดำเนินการจริง จะน้อยกว่า การจัดสรรโดยใช้โปรแกรมถึงร้อยละ 55 แสดงดังรูป 6.6

นอกจากนี้ ค่า IRI เฉลี่ยของสายทางที่มีการก่อสร้างประเภทเสริมความหนาที่จัดสรรจริงอยู่ที่ 2.93 ในขณะที่ ค่า IRI เฉลี่ยของสายทางที่มีการก่อสร้างประเภทเสริมความหนาที่จัดสรรโดยโปรแกรมฯ จะอยู่ที่ 3.27 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากแบบจำลองที่เสนอโดย N.D. Lea International Ltd., 1992 ดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.3 จะพบว่าผิวทางที่มีความขรุขระสูงจะได้รับประโยชน์จากการเสริมความหนาของผิวทางในแง่ความขรุขระที่ลดลง มากกว่าผิวทางที่มีความขรุขระต่ำกว่า

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้คุณลักษณะที่ได้จากการจัดสรรที่ดำเนินการจริง น้อยกว่าคุณลักษณะที่ได้จากการจัดสรรโดยโปรแกรมช่วยตัดสินใจ เกิดจากการจัดสรรเงินสำหรับการก่อสร้างประเภทเสริมความหนาของผิวทาง แก่โครงการที่มีปริมาณการจราจรต่ำ และผิวทางมีความขรุขระน้อย



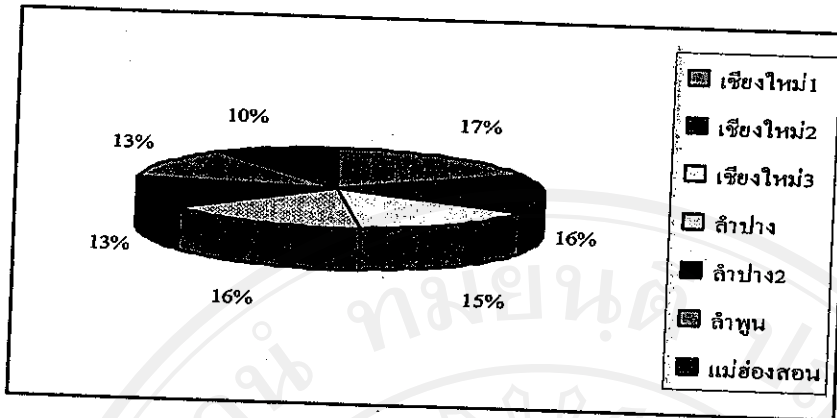
รูป 6.6 ปริมาณการจราจรตามการก่อสร้างประเภทต่างๆ



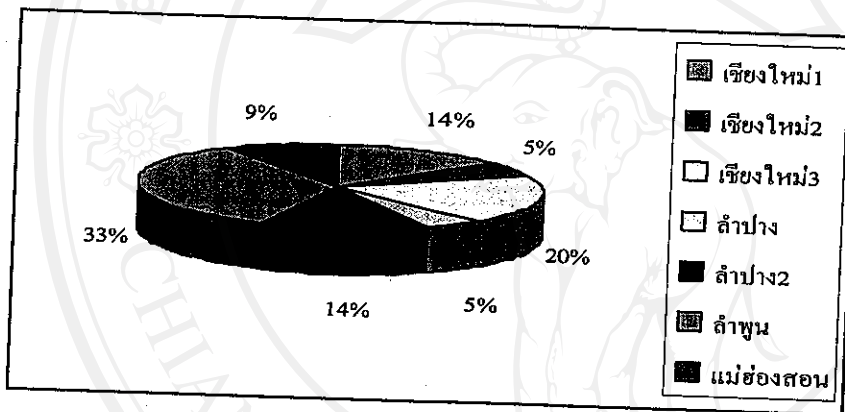
รูป 6.7 ปริมาณการลดลงของน้ำมันที่ลดลงตามการก่อสร้างประเภทต่าง ๆ

6.7.2 เปรียบเทียบการกระจายตัวของงบประมาณ

การกระจายตัวของงบประมาณที่จัดสรรจริง จะมีสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันในแต่ละแขวงทาง ทาง ซึ่งมีผลในแง่ของความเสมอภาคในการกระจายงบประมาณแก่แขวงทางต่างๆ ในขณะที่การจัดสรรโดยโปรแกรมจะมีการกระจายตัวของงบประมาณในสัดส่วนที่ไม่มีความใกล้เคียงกัน เนื่องจากการคัดเลือกโครงการของโปรแกรม จะพิจารณาจากคุณลักษณะของโครงการเท่านั้น สัดส่วนการกระจายตัวของงบประมาณแสดงไว้ดังรูป 6.8 และ 6.9



รูป 6.8 การกระจายตัวของงบประมาณแยกตามแนวทางการทาง จากการจัดสรรจริง



รูป 6.9 การกระจายตัวของงบประมาณแยกตามแนวทางการทาง จากการจัดสรร โดยโปรแกรม