ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา | วิศวกรรมโยธา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การพัฒนาดัชนีประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น

Development of Road Condition Index for Local Road Maintenance Planning

นามผู้วิจัย นายนิติกร คล้ายชม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์ชวเลข วณิชเวทิน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทวรางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาดัชนีประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น

Development of Road Condition Index for Local Road Maintenance Planning

โดย

นายนิติกร คล้ายชม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิติกร คล้ายชม 2553: การพัฒนาดัชนีประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล, Ph.D. 102 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นสำหรับประเมินลักษณะสภาพและความเสียหายโดยรวมของถนนผิวทางลาดยาง ขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งหมด 5 แห่ง ภายในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี มีระยะทางที่นำมาวิเคราะห์ข้อมูลรวม 76.991 กิโลเมตร โดยจำแนกประเภทความเสียหายออกเป็นได้ 6 ประเภท ได้แก่ หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยปะซ่อม ผิวทางหลุดร่อน และ รอยแตกร้าว ซึ่งแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้คือ LRCI = 1.099 + 0.155X + 0.122Y ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.813 และมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าค่าดัชนีประเมินสภาพทางสามารถลดปัญหาความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคลผู้ประเมินความเสียหายในแต่ละหน่วยงานภายในท้องถิ่น นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความรุนแรงตามประเภทความเสียหายที่แตกต่างกัน ทำให้สายทางที่มีความเสียหายรุนแรงจะได้รับการซ่อมบำรุงก่อน ซึ่งส่งผลต่อการใช้งบประมาณในการซ่อมบำรุงถนนให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Nitikorn Klaychom 2010: Development of Road Condition Index for Local Road Maintenance Planning. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Pongsak Suriyavanagul, Ph.D. 102 pages.

The goal of this study is to develop a local road condition index, from the relationship between IRI and road distresses. Data pertaining pot holes, depressions, ruttings, unsatisfactory patchings, ravelings, cracks and IRI on 76.991 kilometers of local roads under the responsibility of five local administration organizations in Nonthaburi Province were collected and analyzed. Local road condition index model developed is LRCI = 1.099 + 0.155X + 0.122Y with the coefficient of determination (R^2) of 0.813 and the standard error of estimate of 0.75.
A systematic pavement condition evaluation process utilizing LRCI model can eliminate discrepancies of exiting method which relies on subjective judgment of individual evaluators. LRCI reflects the extent of pavement distress, section with high LRCI will earn top priority for maintenance. The application of LRCI model will thus enhance the effectiveness and efficiency of the local administration organizations maintenance and management scheme.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงให้ความเมตตาและคำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชวเลข วณิชเวทิน กรรมการร่วมที่ปรึกษา ที่กรุณาให้ความรู้และคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ทำให้การตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ สำนักบำรุงทาง และ สำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น กรมทางหลวงชนบท รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาวิจัยนี้

ท้ายที่สุด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ความรักและสนับสนุนทุนการศึกษาเสมอมา ขอขอบคุณ คุณครูและอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตั้งแต่เยาว์วัยจนถึงปัจจุบัน รวมถึงน้องสาว พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

คุณความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

นิติกร คล้ายชม

กันยายน 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	47
ผล	47
วิจารณ์	71
สรุปและข้อเสนอแนะ	72
สรุป	72
ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	75
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก แบบฟอร์มที่ใช้ในการสำรวจและประเมินสภาพสายทาง	78
ภาคผนวก ข ตารางแสดงปริมาณความเสียหายของสายทาง	83
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น	93
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	102

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แบบฟอร์มการประเมินสภาพถนนลาดยางด้วยค่าคะแนนสภาพผิวทาง (PCR)	8
2	เกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าคะแนนสภาพผิวทาง (PCR)	9
3	เกณฑ์การประเมินสภาพถนนลาดยางด้วยค่าดัชนีความเสียหายของผิวทาง (PDI)	10
4	เกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าสภาพโครงสร้างทาง (PSC) ของ WSDOT	12
5	เกณฑ์การประเมินคุณภาพถนนลาดยางด้วยค่าดัชนีสภาพทาง RCI ของกรมทางหลวงชนบท	14
6	การแบ่งกลุ่มความเสียหายของกรมทางหลวงชนบท	15
7	ระยะทางในความรับผิดชอบของ อปท. นนทบุรี	26
8	รายละเอียดของสายทางตัวอย่างจากการสำรวจในจังหวัดนนทบุรี	27
9	หลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่าคะแนนความสำคัญด้านวิศวกรรม	43
10	หลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่าคะแนนความสำคัญด้านเศรษฐกิจและสังคม	44
11	กิจกรรมซ่อมบำรุงทาง และราคาต่อหน่วยสำหรับ อปท.	46
12	ข้อมูลสรุปผลการสำรวจปริมาณความเสียหายของสายทาง	48
13	สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ	59
14	การจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงถนน	61

ตารางผนวกที่

ข1	ปริมาณความเสียหายของสายทาง	84
ค1	สรุปความเสียหายจากการสำรวจภาคสนาม	94
ค2	สรุปเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหาย	94
ค3	แสดงค่า LRCI ซึ่งแบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 1 กิโลเมตร ตลอดเส้นทาง	95
ค4	แสดงผลการวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุง	96
ค5	แสดงการหาค่าคะแนนความสำคัญ	97
ค6	สรุปการจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น	97

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI) กับสภาพทาง	4
2	อุปกรณ์วัดค่าดัชนีความเรียบสากล	5
3	ตัวอย่างการประเมินสภาพถนนด้วยค่าดัชนีสภาพทาง (PCI)	6
4	ความสัมพันธ์ของค่าหักลบและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายตามระดับความรุนแรง	10
5	ภาพตัวอย่างของถนนที่ถูกประเมินด้วยค่าสภาพโครงสร้างทาง (PSC) ของ WSDOT	12
6	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pot Hole)	16
7	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง (Depression)	17
8	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทร่องล้อ (Rutting)	18
9	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม (Patching)	19
10	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน (Raveling)	20
11	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกตามยาว/ตามขวาง (Crack)	21
12	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)	22
13	แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	25
14	สัดส่วนของผิวทางประเภทต่างๆ ใน อปท.นนทบุรี	26
15	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทหลุมบ่อ	28
16	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทหลุมบ่อ	28
17	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง	29
18	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง	30
19	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทร่องล้อ	31
20	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทร่องล้อ	31
21	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม	32
22	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม	33
23	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน	34
24	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน	34

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

25	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกตามแนวยาวและแนวขวาง	35
26	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกตามแนวยาวและแนวขวาง	36
27	วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวหนังจระเข้	36
28	ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวหนังจระเข้	37
29	องค์ประกอบอุปกรณ์ในการสำรวจดัชนีความเรียบสากล	38
30	ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ Bump Integrator	39
31	ขั้นตอนการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	40
32	การวิเคราะห์สภาพความเสียหายเพื่อกำหนดกิจกรรมการซ่อมบำรุง	42
33	แนวทางการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุง	46
34	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS)	58

ภาพผนวกที่

ค1	การวิเคราะห์สภาพความเสียหายเพื่อกำหนดกิจกรรมการซ่อมบำรุง	96
ค2	หน้าจอการกรอกข้อมูลการสำรวจ	99
ค3	หน้าจอการวิเคราะห์ข้อมูล	100
ค4	หน้าจอการรายงานผล	101

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

DR	=	Distress Rating
DV	=	Deduction Value
IRI	=	International Roughness Index
Ln	=	Natural Log
LRCI	=	Local Road Condition Index
PCI	=	Pavement Condition Index
PCR	=	Pavement Condition Rating
PDI	=	Pavement Distress Index
PSC	=	Pavement Structural Condition
PSI	=	Pavement Serviceability Index
RCI	=	Rural – Road Condition Index
RR	=	Roughness Rating

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาดัชนีประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น

Development of Road Condition Index for Local Road Maintenance Planning

คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยประกอบด้วยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) จำนวน 7,853 แห่ง โดยมีทางหลวงท้องถิ่นในความรับผิดชอบระยะทางรวมประมาณ 352,465 กิโลเมตร ซึ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละแห่ง ต่างก็มีหลักเกณฑ์ ในการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางหลวงท้องถิ่นแตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่ยังไม่มีระบบหรือแบบแผนในการดำเนินงาน รวมทั้งยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานที่ใช้ในการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ส่วนใหญ่จะดำเนินงานสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง เมื่อสายทางนั้นๆ มีความเสียหายหนักเกิดขึ้น หรือได้รับการร้องเรียนจากประชาชน โดยวิธีการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายนั้นจะอาศัยบุคลากรเป็นหลัก ไม่มีเครื่องมือช่วยในการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหาย รวมถึงไม่มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่าถนนเส้นนั้นๆ มีสภาพความเสียหายอยู่ในระดับใด ควรมีการพิจารณาวิธีการซ่อมบำรุงประเภทใด ใช้งบประมาณเท่าไหร่ ควรซ่อมบำรุงเส้นใดก่อน เป็นต้น

สืบเนื่องจากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดปัญหาด้านมาตรฐานทางวิชาการ ในการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหาย ดังนั้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงสภาพปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น สำหรับประเมินลักษณะสภาพและความเสียหายของถนนโดยรวม อีกทั้งผู้วิจัยยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อวางแผนงานบำรุงทางหลวงท้องถิ่น ให้มีมาตรฐานเดียวกัน ลดปัญหาความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคลผู้ประเมินความเสียหายในแต่ละท้องถิ่น นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นว่าน้ำหนักความสำคัญของความรุนแรงตามประเภทความเสียหายที่แตกต่างกัน ทำให้สายทางที่มีความเสียหายรุนแรงจะได้รับการซ่อมบำรุงก่อน ส่งผลให้การใช้งบประมาณในการซ่อมบำรุงถนนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. สร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ที่เหมาะสมสำหรับประเมินลักษณะสภาพความเสียหายโดยรวมของถนนสำหรับผิวจราจรลาดยาง พื้นที่จังหวัดนนทบุรี

2. แนะนำแนวทางการซ่อมบำรุงสายทางที่เหมาะสม รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญของสายทางที่ควรซ่อมบำรุง

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นสร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น สำหรับถนนผิวจราจรลาดยาง ในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภายในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี โดยใช้ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ข้อกำหนดและวิธีการคำนวณต่าง ๆ ของสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท เป็นหลักเกณฑ์ในการศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้ได้ทบทวนทฤษฎี แนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทาง เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทาง และระเบียบวิธีการวิจัย โดยแบ่งแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 3 ส่วน คือ การประเมินสภาพถนนด้วยดัชนีบ่งชี้สภาพทาง ประเภทความเสียหายของผิวจราจรลาดยาง และวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

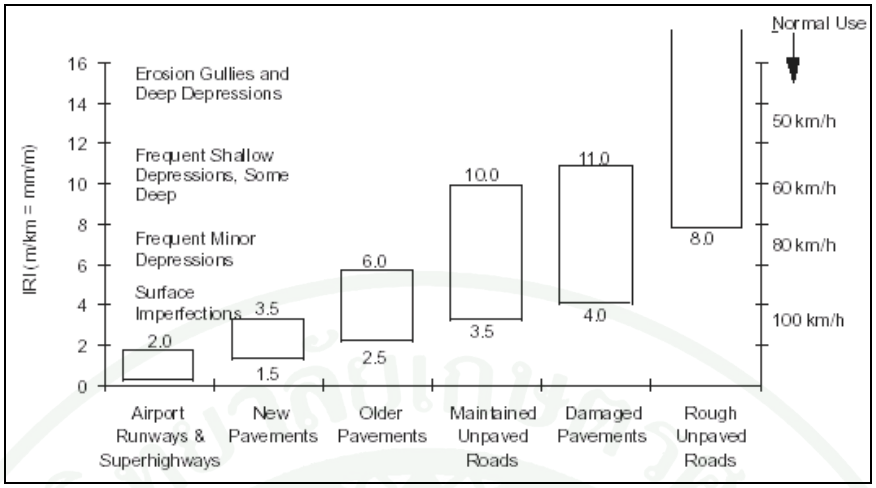
การประเมินสภาพถนนด้วยดัชนีบ่งชี้สภาพทาง

ดัชนีบ่งชี้สภาพทางได้ถูกนำมาใช้ประเมินสภาพถนนเพื่อวางแผนงานบำรุงรักษาทางทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งดัชนีบ่งชี้สภาพทางต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

1. ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index : IRI)

ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index, IRI) ถูกกำหนดขึ้นโดยธนาคารโลก (World Bank) เมื่อปี ค.ศ.1982 (วีระชัย, 2547) ซึ่งหมายถึง ค่าระดับในแนวดิ่งของถนนที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับระยะทางในแนวราบของช่วงถนนที่พิจารณา ซึ่งมีหน่วยเป็น มม./ม. หรือ ม./กม. ค่า IRI ของถนนจะแปรผันไปตามช่วงระยะความยาวของถนน ประเภทของผิวทาง รวมทั้ง อายุการใช้งานของถนน โดยถนนที่มีค่า IRI ต่ำกว่า จะมีความราบเรียบมากกว่าถนนที่มีค่า IRI สูงกว่า แต่ไม่ได้บ่งชี้ถึงลักษณะสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทาง ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI) กับสภาพทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

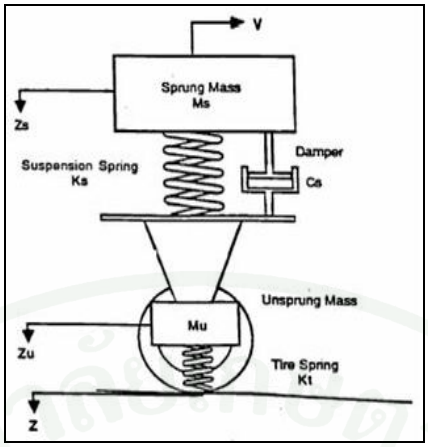


ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI) กับสภาพทาง

ที่มา: Paterson (1987)

การใช้ค่าดัชนีความเรียบสากล แสดงสภาพความเสียหายของทางนั้นมีข้อดีคือ สามารถเก็บข้อมูลสภาพของทางได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งการวัดค่าดัชนีความเรียบสากลจะอาศัยเครื่องมือ Bump Integrator ที่ติดตั้งอยู่ในรถยนต์ที่เรียกว่า Quarter – car ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยค่าความเรียบของผิวทางสามารถคำนวณได้จากการสั่นสะเทือนขึ้น–ลงทั้งหมดของเพลาล้อรถ ต่อระยะทางที่เคลื่อนที่ไป ความเร็วที่ใช้ในการวัดอยู่ที่ประมาณ 80 กม./ชม. และแปลงมาเป็นค่าดัชนีความเรียบสากล แต่ข้อจำกัดของค่าดัชนีความเรียบสากลคือ จะไม่แสดงชนิดหรือประเภทของความเสียหายทั้งหมด ซึ่งการตัดสินใจเลือกวิธีการซ่อมบำรุงนั้นจำเป็นต้องรู้ชนิดหรือประเภทความเสียหายว่าเป็นประเภทใดด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 อุปกรณ์วัดค่าดัชนีความเรียบสากล

ที่มา: Paterson (1987)

จากการศึกษาดัชนีชี้วัดสภาพการให้บริการของสายทางพบว่า แนวความคิดหลักคือการที่ทราบถึงสภาพการให้บริการของสายทางนั้น ต้องเป็นการวัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ทางเป็นหลัก แต่เนื่องจากการประเมินสภาพการให้บริการของแต่ละบุคคลนั้นมีความคลาดเคลื่อน ต่อมาจึงมีการพัฒนาการเก็บข้อมูลความเสียหาย เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลสภาพความเสียหาย ซึ่งในแต่ละแบบจำลองจะมีวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันไป และในแต่ละแบบจำลองก็จะมีความคลาดเคลื่อนในตัวเอง กล่าวคือในการประเมินสภาพความเสียหายนั้น ถึงแม้เป็นบุคคลเดียวกัน การประเมินในแต่ละครั้งอาจจะได้ค่าที่ต่างกัน และในแง่ของการเก็บข้อมูลสำรวจเพื่อประเมินสภาพของสายทางนั้น ไม่สามารถรู้ผลการวิเคราะห์ได้ทันทีเนื่องจาก การวิเคราะห์ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญประเมินสภาพความเสียหายก่อน หลังจากนั้นจึงนำไปคำนวณหาค่าดัชนีนั้นๆ ตามแบบจำลอง

2. ดัชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index, PCI)

ดัชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index, PCI) ได้ถูกกำหนดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1982 โดย US Army Corps of Engineers (ฐากูร, 2544) สำหรับประเมินสภาพถนนตามระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทาง 19 ประเภท เพื่อใช้ในการวางแผนงานบูรณะถนน ดัชนีสภาพทาง (PCI) มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 โดย PCI = 100 แสดงถึงสภาพทางที่ดีที่สุด ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการประเมินสภาพถนนด้วยค่าดัชนีสภาพทาง (PCI) ซึ่งมีการคำนวณดังสมการที่ (1)

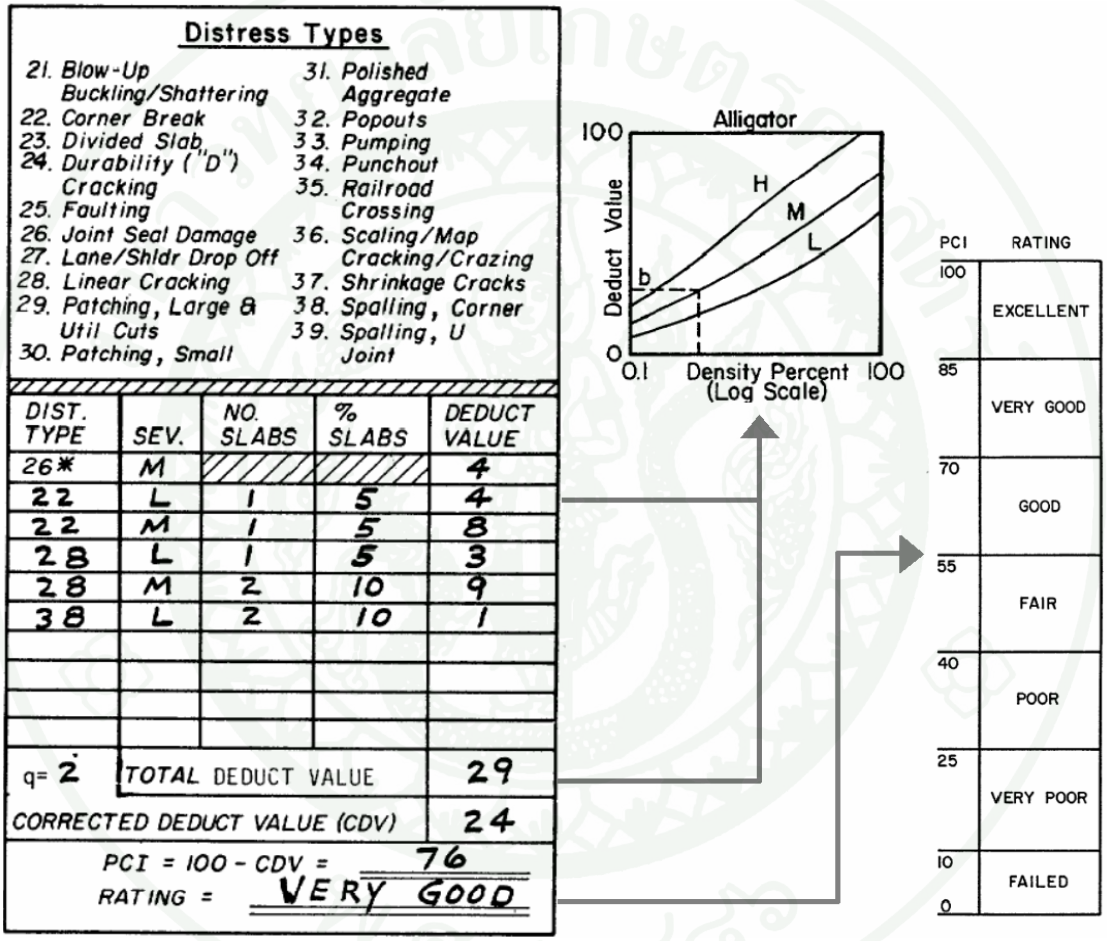
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PCI = 100 – CDV (1)

โดยที่

PCI คือ ค่าดัชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index)

CDV คือ ค่าหักลบที่ปรับแก้แล้ว (Corrected Deduct Value)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการประเมินสภาพถนนด้วยค่าดัชนีสภาพทาง (PCI)

ที่มา: US Army Corps of Engineers (1982)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dewan and Smith (2005) ได้ใช้ข้อมูลค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI) และค่าดัชนีสภาพทาง (PCI) ซึ่งได้ทำการรวบรวมไว้ ณ ช่วงเวลาที่แตกต่างกันมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบถดถอยด้วยโปรแกรม SPSS (2002) ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวเป็นไปดังสมการที่ (2) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.18 และ Standard Error = 1.8 ม./กม. ซึ่งแม้ว่าแบบจำลองนี้จะไม่ถูกต้องนักแต่ก็นับว่าเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ในขณะนั้น

$$IRI = 18.6 - 3.41 \ln (PCI) \quad (2)$$

โดยที่

IRI คือ ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (ม./กม.)

PCI คือ ค่าดัชนีสภาพทาง

3. คะแนนสภาพผิวทาง (Pavement Condition Rating, PCR)

ฐากูร (2544) กล่าวว่า George *et al.* (1989) ได้พัฒนาแบบจำลองคะแนนสภาพผิวทาง (Pavement Condition Rating, PCR) เพื่อใช้แสดงพฤติกรรมของผิวทางที่ประกอบไปด้วยสภาพความขรุขระและความเสียหายของผิวทาง ซึ่งมีการคำนวณดังสมการที่ (3) โดยคะแนนสภาพผิวทาง (PCR) มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 ซึ่ง PCR = 100 แสดงถึงสภาพทางที่ดีที่สุด

$$PCR = RR^{0.6} DR^{0.4} \quad (3)$$

โดยที่

PCR คือ คะแนนสภาพผิวทาง (Pavement Condition Rating)

RR คือ คะแนนความขรุขระ (Roughness Rating)

DR คือ คะแนนความเสียหาย (Distress Rating)

Saraf (1998) ได้อธิบายวิธีการคำนวณคะแนนสภาพผิวทาง (Pavement Condition Rating, PCR) สำหรับถนนที่มีผิวทางต่างกัน ดังสมการที่ (4) ซึ่งพัฒนาขึ้นสำหรับ The State of Ohio Highway Network โดยให้ผู้ประเมินออกสำรวจ และทำการให้คะแนนสภาพผิวทางในแต่ละช่วงระยะทางตามแบบฟอร์มที่กำหนดไว้ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนตารางที่ 2 แสดงเกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าคะแนนสภาพผิวทาง (PCR)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$PCR = 100 - \sum_{i=1}^{n} Deduct_i \quad (4)$$

โดยที่

PCR คือ คะแนนสภาพผิวทาง (Pavement Condition Rating)

n คือ จำนวนของชนิดความเสียหาย

Deduct คือ (Weight for distress)*(Weight for severity)*(Weight for Extent)

ตารางที่ 1 แบบฟอร์มการประเมินสภาพถนนลาดยางด้วยค่าคะแนนสภาพผิวทาง (PCR)

Distress Type	Distress	Severity			Extent			Total
	Weight	L	M	H	O	F	E	
Raveling	10	0.3	0.6	1	0.5	0.8	1	
Bleeding	5	0.8	0.8	1	0.6	0.9	1	
Patching	5	0.3	0.6	1	0.6	0.8	1	
Debonding	5	0.4	0.7	1	0.5	0.8	1	
Crack Sealing Deficiency	5	1	1	1	0.5	0.8	1	
Rutting	10	0.3	0.7	1	0.6	0.8	1	
Potholes	10	0.4	0.8	1	0.5	0.8	1	
Wheel Track Cracking	15	0.4	0.7	1	0.5	0.7	1	
Block and Transverse Cracking	10	0.4	0.7	1	0.5	0.7	1	
Longitudinal Cracking	5	0.4	0.7	1	0.5	0.7	1	
Edge Cracking	10	0.4	0.7	1	0.5	0.7	1	
Thermal Cracking	10	0.4	0.7	1	0.5	0.7	1	
							Total Deduct =	
							100 – Total Deduct = PCR =	

หมายเหตุ L = Low, M = Medium, H = High, O = Occasional, F = Frequent และ E = Extensive

ที่มา: Saraf (1998)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าคะแนนสภาพผิวทาง (PCR)

คุณภาพทาง	PCR
ดีมาก	90 – 100
ดี	75 – 90
พอใช้	65 – 75
พอใช้–แย่	55 – 65
แย่	40 – 55
แย่มาก	0 – 40

ที่มา: Saraf (1998)

4. ดัชนีความเสียหายของผิวทาง (Pavement Distress Index, PDI)

British Columbia Ministry of Transportation (2002) ได้พัฒนาดัชนีความเสียหายของผิวทาง (Pavement Distress Index, PDI) ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบจำลอง PAVER PCI ที่พัฒนาโดย US Army Corps of Engineers ดัชนีความเสียหายของผิวทาง (PDI) มีค่าตั้งแต่ 0 – 10 โดย PDI = 10 แสดงถึงสภาพทางที่ดีที่สุด แบบจำลอง PDI ใช้ข้อมูลความรุนแรงและความหนาแน่นของความเสียหายที่เกิดบนผิวทาง 12 ประเภท ได้แก่ Longitudinal Wheel Path Cracking, Longitudinal Joint Cracking, Pavement Edge Cracking, Transverse Cracking, Meandering Longitudinal Cracking, Alligator Cracking, Rutting, Shoving, Distortion, Bleeding, Potholes และ Raveling มาคำนวณค่าหักลบ ซึ่งมีการคำนวณดังสมการที่ (5) โดยภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของค่าหักลบ และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายตามระดับความรุนแรง ส่วนตารางที่ 3 แสดงเกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าดัชนีความเสียหายของผิวทาง (PDI) ตาม British Columbia Ministry of Transportation

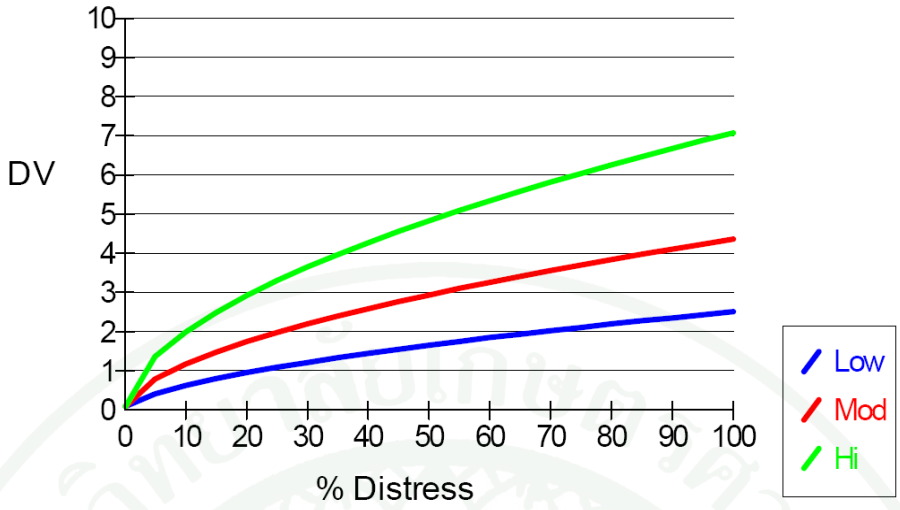
$$PDI = 10 - DV \qquad (5)$$

โดยที่

PDI คือ ค่าดัชนีสภาพทาง

DV คือ ค่าหักลบ (Deduction Value)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของค่าหักลบและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายตามระดับความรุนแรง

ที่มา: British Columbia Ministry of Transportation (2002)

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินสภาพถนนลาดยางด้วยค่าดัชนีความเสียหายของผิวทาง (PDI)

คุณภาพทาง	PDI
ดี	7 – 10
พอใช้	5 – 7
แย่	< 5

ที่มา: British Columbia Ministry of Transportation (2002)

5. ดัชนีสภาพบริการของทาง (Pavement Serviceability Index, PSI)

ดัชนีสภาพบริการของทาง (Pavement Serviceability Index, PSI) ถูกพัฒนาขึ้นโดย AASHO จากการนำเครื่องมือตรวจวัดสภาพมาใช้เปรียบเทียบกับคะแนนสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Rating, PSR) ซึ่งประเมินโดยบุคคลเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนจากผู้ประเมิน (กชกร, 2543) โดยสมการที่ (6) แสดงการคำนวณค่าดัชนีสภาพบริการของทางลาดยาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$PSI = 5.03 - 1.91Log(1+SV) - 1.38(RD)^2 - 0.01\sqrt{C+P} \quad (6)$$

โดยที่

PSI คือ ค่าดัชนีสภาพบริการของทาง (Pavement Serviceability Index)

SV คือ Slope Variance by Slope Profilometer

RD คือ Average Rut Depth of both Wheel Paths (in)

C คือ Major Cracking (ft^2/1,000 ft^2 of area)

P คือ Patching (ft^2/1,000 ft^2 of area)

6. ดัชนีสภาพโครงสร้างทาง (Pavement Structural Condition , PSC)

Washington State Department of Transportation (WSDOT) (1999) ได้พัฒนาดัชนีสภาพโครงสร้างทาง (Pavement Structural Condition, PSC) เพื่อใช้ประเมินขนาดและความรุนแรงของความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนผิวทาง โดย PSC มีค่าตั้งแต่ 0 – 100 ซึ่งคำนวณจากค่าเทียบเท่าของปริมาณและขอบเขตความเสียหายทั้งหมด ได้แก่ รอยแตกหนังจระเข้ รอยแตกตามแนวยาว รอยแตกตามแนวขวาง และรอยปะซ่อม ดังสมการที่ (7) ส่วนเกณฑ์การประเมินและภาพตัวอย่างของถนนที่ถูกประเมินด้วยค่าสภาพโครงสร้างทาง (PSC) ดังแสดงในภาพที่ 5 และตารางที่ 4

$$PSC = 100 - 15.8(EC)^{0.50} \quad (7)$$

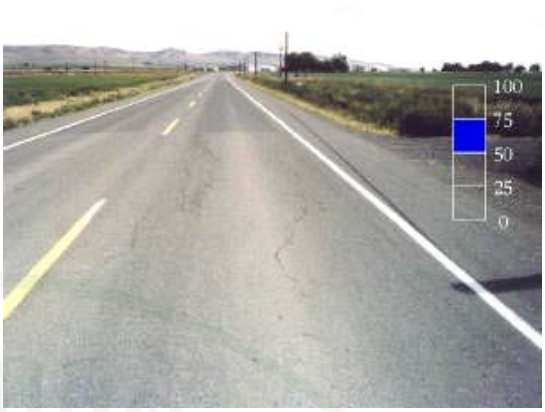
โดยที่

PSC คือ ค่าดัชนีสภาพโครงสร้างทาง

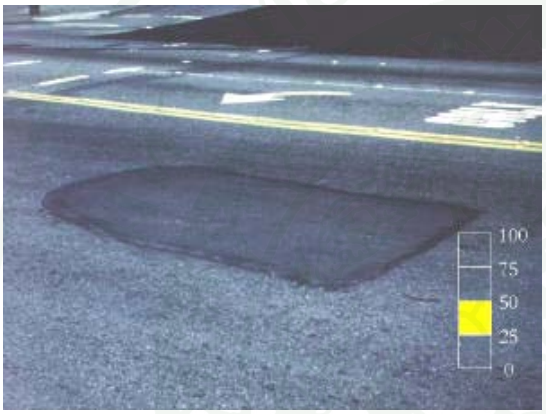
EC คือ ค่าเทียบเท่าของความเสียหายทั้งหมด (Equivalent Cracking)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PSC = 75 – 100



PSC = 50 – 75



PSC = 25 – 50

PSC = 0 – 25

ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่างของถนนที่ถูกประเมินด้วยค่าสภาพโครงสร้างทาง (PSC) ของ WSDOT

ที่มา: WSDOT (1999)

ตารางที่ 4 เกณฑ์การประเมินสภาพถนนด้วยค่าสภาพโครงสร้างทาง (PSC) ของ WSDOT

คุณภาพทาง	PSC
ดี	75 – 100
พอใช้	50 – 75
แย่	25 – 50
แย่มาก	0 – 25

ที่มา: WSDOT (1999)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ดัชนีสภาพทางชนบท (Rural – Road Condition Index, RCI)

วิศว์ และ วิศณุ (2544) ได้เสนอวิธีประเมินสภาพทางเชิงปริมาณ (Quantitative Measurement) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางในการบำรุงทางหลวงชนบท ซึ่งแสดงเป็นดัชนีสภาพทาง RCI (Rural – Road Condition Index) ที่มีค่า 0 – 100 คะแนนโดยการคัดเลือกชนิดความเสียหายของทางที่พบบ่อยด้วยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) แล้วจึงประเมินค่าน้ำหนักของความเสียหายแบบเมตริกซ์ (Matrix Evaluation) จากการตอบแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญด้านงานบำรุงทาง การสร้างและปรับแก้แบบจำลองจะพิจารณาปริมาณความเสียหายสูงสุดของสายทางตัวอย่างจนได้ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสภาพทางและความเสียหาย 6 ประเภท ดังสมการที่ (8) จากนั้นจึงเปรียบเทียบค่าจากแบบจำลองกับค่าที่ประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญบนสายทางตัวอย่าง แล้วจึงสรุปเป็นเกณฑ์ประเมินคุณภาพของถนนดังแสดงในตารางที่ 5 การทดสอบค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของแบบจำลองที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญด้านงานบำรุงทางพบว่ามีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.857 ที่นัยสำคัญ 0.05 ส่วนการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Reliability) ของแบบจำลองด้วยการใช้กลุ่มทดสอบ 2 ชุด ทำการประเมินสายทางตัวอย่าง 3 สายทาง พบว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

$$RCI = 0.042X_1 + 0.024X_2 + 0.012X_3 + 0.012X_4 + 0.007X_5 + 0.004X_6 \quad (8)$$

โดยที่

RCI คือ ดัชนีสภาพทาง (Rural – Road Condition Index)

X_1 คือ ความเสียหายแบบหลุมบ่อ (ตร.ม.)

X_2 คือ ความเสียหายแบบรอยแตกหนังจระเข้ (ตร.ม.)

X_3 คือ ความเสียหายแบบยุบตัวหรือรอยปะซ่อม (ตร.ม.)

X_4 คือ ความเสียหายแบบยุบตัวเป็นแอ่ง (ตร.ม.)

X_5 คือ ความเสียหายแบบร่องล้อ (ตร.ม.)

X_6 คือ ความเสียหายแบบรอยแตกตามแนวยาวหรือแนวขวาง (ตร.ม.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินคุณภาพถนนลาดยางด้วยค่าดัชนีสภาพทาง RCI ของกรมทางหลวงชนบท

คุณภาพทาง	RCI
แย่มาก	มากกว่า 60
แย่	30 – 60
พอใช้	15 – 30
ดี	5 – 15
ดีมาก	น้อยกว่า 5

ที่มา: วิศว์ และ วิศณุ (2544)

กรมทางหลวงชนบท (2550) ได้พัฒนาดัชนีประเมินสภาพทางหลวงในชนบท (RCI) เพื่อใช้ในระบบบริหารงานซ่อมบำรุงทาง โดยอาศัยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบและประเมินสภาพทางของกรมทางหลวงชนบท ในการพัฒนาดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นเพื่อแปลงค่าความรู้สึกนึกคิด (Subjective) ในการประเมินสภาพผิวทางเชิงคุณภาพ (Quality) เป็นการประเมินสภาพผิวทางเชิงปริมาณ (Quantitative) ซึ่งมีค่าระหว่าง 1 – 5 (ดีมาก – แย่มาก) ซึ่งสมการดัชนีประเมินสภาพทางหลวงชนบท จะอ้างอิงจากข้อมูลการตรวจสอบและประเมินสภาพสายทางในจังหวัดปทุมธานีและนครราชสีมา เป็นไปดังสมการที่ (9) โดยมีค่า $R = 0.85$ และ $R^2 = 0.72$ ตารางที่ 6 แสดงประเภทความเสียหายของผิวทางที่ใช้ในการประเมิน

$$RCI = 0.9944 + 0.0396X + 0.0684Y \quad (9)$$

โดยที่

RCI คือ ดัชนีสภาพทาง (Rural – Road Condition Index)

X คือ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนัก

Y คือ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การแบ่งกลุ่มความเสียหายของกรมทางหลวงชนบท

ประเภทความเสียหาย (หน่วย)	เสียหายเบา	เสียหายหนัก
1. ผิวทางหลุดร่อน (ตร.ม.)	✓	
2. รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	✓	
3. หลุมบ่อ (ตร.ม.)		✓
4. ยุบตัวเป็นแอ่ง (ตร.ม.)		✓
5. ร่องล้อ (ตร.ม.)	ลึก ≤ 5 ซม.	ลึก > 5 ซม.
6. รอยแตกของผิวทาง (ตร.ม.)		
– รอยแตกหนังจระเข้	รอยแตกต่อเนื่อง ≤ 5 ตร.ม.	รอยแตกต่อเนื่อง > 5 ตร.ม.
– รอยแตกตามยาว/ขวาง	รอยแตกกว้าง ≤ 5 ซม.	รอยแตกกว้าง > 5 ซม.

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550); วิศว์ และคณะ (2550)

ประเภทความเสียหายของผิวจราจรลาดยาง

ความชำรุดเสียหายของผิวทางลาดยาง เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ปริมาณจราจร ดินฟ้าอากาศ (การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือปริมาณความชื้น) การเคลื่อนไหวของดินชั้นต่างๆ ที่อยู่ใต้พื้นทาง ลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นย่อมแตกต่างกันออกไป เพื่อความง่ายในการจำแนกลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงได้จัดแบ่งลักษณะความเสียหายที่พบบ่อยบนผิวจราจรลาดยางออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. หลุมบ่อ (Pot Hole)

หลุมบ่อ มีลักษณะความเสียหายเป็นแอ่งหรือถ้วย มีหลายขนาด โดยทั่วไปมีขอบคมและเป็นแนวตรงบริเวณปากหลุม หลุมบ่อเป็นความเสียหายที่เกิดจากรอยแตกหนังจระเข้ การบวมตัว ผิวหลุดร่อน รอยปะซ่อมที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งชิ้นส่วนที่ไม่ยึดเกาะเหล่านี้จะหลุดออกไปตามแรงกระทำของล้อรถ วัสดุชั้นทางที่อยู่ใต้ลงไปก็จะหลุดออกตามมา จนเกิดเป็นหลุมบ่อที่มีความลึกมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 6 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pot Hole)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

2. ทรุดตัวเป็นแอ่ง (Depression)

การทรุดตัวเป็นแอ่ง มีลักษณะเป็นการยุบตัวเป็นแอ่งกระทะโดยมีระดับต่ำกว่าผิวทางในบริเวณข้างเคียง เกิดขึ้นเป็นแห่ง ๆ มีสาเหตุเนื่องจากการทรุดตัวของชั้นทางใต้ผิวทาง หรือจากขั้นตอนการก่อสร้างที่มีการบดอัดชั้นดินคันทางไม่เพียงพอ สามารถสังเกตได้ง่ายก็ต่อเมื่อมีน้ำฝนขัง ดังแสดงในภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 7 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง (Depression)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

3. ร่องล้อ (Rutting)

ร่องล้อ มีลักษณะความเสียหายเป็นผิวจราจรยุบตัวเป็นร่องตามรอยของล้อรถ ภายใต้น้ำหนักจราจร หรือมีการเคลื่อนตัวด้านข้าง โดยอาจปรากฏผิวจราจรปูด ที่บริเวณขอบของร่องดังกล่าว มีสาเหตุมาจากน้ำหนักจราจรมากเกินพิกัด ความหนาของโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ หรือเกิดจากความอ่อนแอของวัสดุชั้นทางที่อยู่ใต้ผิวจราจร ดังแสดงในภาพที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 8 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทร่องล้อ (Rutting)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

4. รอยปะซ่อม (Patching)

รอยปะซ่อม มีลักษณะเป็นการปะซ่อม หรือการขุดซ่อมผิวจราจรเดิมที่เกิดความเสียหาย โดยการเสริมวัสดุใหม่ อาจทำให้คุณภาพการใช้งานไม่ดีเท่าผิวจราจรเดิม จึงถือว่าเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรอยปะซ่อมที่เสื่อมสภาพหรือชำรุด ทรุดโทรม จะมีผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งานเป็นอย่างมาก ถือเป็นความเสียหายหนัก จึงจำเป็นต้องรื้อซ่อมแซมใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 9

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 9 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม (Patching)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

5. ผิวทางหลุดร่อน (Raveling)

การหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม มีลักษณะเป็นผิวทางที่ขรุขระคล้ายหน้าข้าวตัง สาเหตุเกิดจากยางแอสฟัลต์ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมประสานเริ่มแข็งตัวตามอายุการใช้งาน สูญเสียแรงยึดเกาะ ทำให้วัสดุมวลรวมหลุดร่อนออกไป หรือเกิดจากขั้นตอนการก่อสร้าง เนื่องจากการบดอัดไม่เพียงพอ การปูผิวทางที่บางในระหว่างอากาศเย็น การใช้วัสดุมวลรวมที่สกปรก หรือ ไม่ยึดเกาะ การใช้ยางแอสฟัลต์น้อยเกินไป หรือการให้ความร้อนในการผสมสูงเกินไป การหลุดร่อนนี้อาจเกิดจากการใช้ยานพาหนะบางชนิดวิ่งผ่าน เช่น ล้อตีนตะขาบ เป็นต้น หรือการที่มีน้ำมันหกลงบนผิวทาง ทำให้ผิวทางด้านบนอ่อนตัว และวัสดุมวลรวมหลุดร่อน ดังแสดงในภาพที่ 10

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 10 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน (Raveling)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

6. รอยแตกร้าว (Crack)

6.1 รอยแตกตามยาว/ตามขวาง

รอยแตกมีลักษณะเป็นรอยแตกที่พบได้ทั้งตามแนวยาว (Longitudinal Crack) และแนวขวาง (Transverse Crack) สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (ยืดและหดตัว) ของวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ ซึ่งอาจมีรอยแตกเส้นเดียวตามแนวยาวหรือแนวขวางของถนน ดังแสดงในภาพที่ 11

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 11 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกตามยาว/ตามขวาง (Crack)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

6.2 รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)

รอยแตกแบบหนังจระเข้ มีลักษณะเป็นรอยแตกแบบต่อเนื่อง มีสาเหตุมาจากความล้าของวัสดุชั้นผิวทางแอสฟัลต์หรือชั้นพื้นทาง โดยน้ำหนักกระทำซ้ำของปริมาณการจราจร รอยแตกนี้จะเริ่มเกิดที่ผิวชั้นล่างของชั้นผิวทางแอสฟัลต์หรือชั้นพื้นทาง ซึ่งมีความเครียดและความเค้นสูงภายใต้การกระทำของน้ำหนักล้อรถ รอยแตกจะขยายตัวขึ้นมาปรากฏที่ผิวทางหนึ่งเส้นหรือมากกว่าขนานกันตามแนวยาว จากนั้นจะเกิดรอยแตกเชื่อมต่อกันเป็นตารางเล็ก ๆ คล้ายหนังจระเข้ นอกจากนี้ ยังอาจมีสาเหตุมาจากการแอ่นตัวของผิวทางมากเกินไป เนื่องจากวัสดุโครงสร้างชั้นทางไม่ได้คุณภาพ ผิวทางแอสฟัลต์บางเกินไป หรือความหนาของโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ และมีน้ำหนักกระทำซ้ำมากเกินกว่าโครงสร้างชั้นทางนั้นจะรับได้ ดังแสดงในภาพที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2550)

วิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น

กัลยา (2546) กล่าวว่า การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Analysis) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่งในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) และตัวแปรอิสระ (X) ที่มีมากกว่า 2 ตัวขึ้นไป โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) ซึ่งเป็นค่าที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม (Y) ที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรอิสระ (X) โดย R^2 มีค่าระหว่าง 0 – 1 ถ้าค่า R^2 มีค่าสูงหมายความว่าตัวแปรอิสระ (X) มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม (Y) ในสมการนั้นสูง หากค่า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1.0 เรียกได้ว่าสมการถดถอยเชิงเส้นตรงนั้น ๆ สามารถอธิบายความแปรปรวนของเหตุการณ์ได้สูงเข้าใกล้ 100%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บุญชม (2547) กล่าวว่า การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression Analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) หรือตัวแปรเกณฑ์ (Criterion Variable) จำนวน 1 ตัว กับตัวแปรอิสระ (X) หรือตัวแปรพยากรณ์ หรือตัวแปรทำนาย (Predictor Variable) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เป็นเทคนิคทางสถิติที่อาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรมาใช้ในการทำนาย โดยเมื่อทราบค่าตัวแปรหนึ่งก็สามารถทำนายอีกตัวแปรหนึ่งได้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปของสมการทำนาย สิ่งสำคัญที่ต้องการหาในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ หรือในรูปคะแนนมาตรฐาน หรือทั้งคู่ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ โดยมีสมการเชิงเส้นตรงในรูปคะแนนดิบ ดังแสดงในสมการที่ 10

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + ... + b_kx_k \qquad (10)$$

โดยที่

Y	คือ	คะแนนพยากรณ์ของตัวเกณฑ์ (ตัวแปรตาม)
a	คือ	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ
$b_1, b_2, \ldots, b_k$	คือ	น้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์
$x_1, x_2, \ldots, x_3$	คือ	คะแนนของตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k
k	คือ	จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

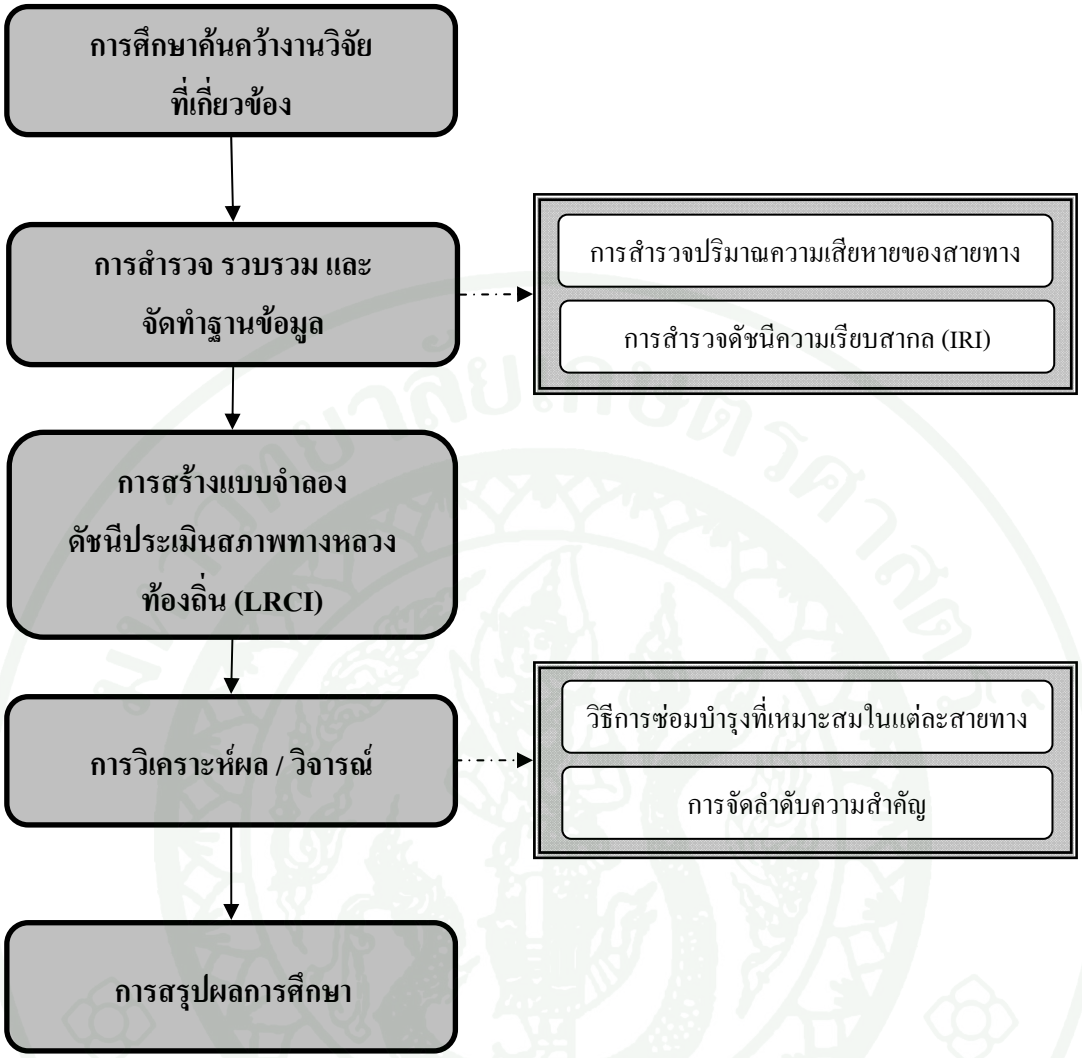
1. คอมพิวเตอร์	จำนวน 1 เครื่อง
2. เครื่องพิมพ์	จำนวน 1 เครื่อง
3. เทปวัดระยะ	จำนวน 1 ม้วน
4. รถสำรวจสภาพความขรุขระของผิวทาง	จำนวน 1 คัน
5. ซอร์ฟแวร์ระบบปฏิบัติการ Windows XP	จำนวน 1 ชุด
6. ซอร์ฟแวร์ระบบปฏิบัติการ Microsoft Office 2007	จำนวน 1 ชุด
7. โปรแกรม SPSS	จำนวน 1 ชุด

วิธีการ

การดำเนินงานศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เริ่มต้นจากการทบทวนทฤษฎี แนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางในอดีต รวมถึงที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งยังได้ทำการศึกษาประเภทความเสียหายของผิวจราจรลาดยาง และวิธีวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น ขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยได้ทำการสำรวจ รวบรวม และจัดทำฐานข้อมูลความเสียหายของสายทาง รวมถึงการสำรวจค่าดัชนีความเรียบสากล (IRI) เพื่อนำข้อมูลจากการสำรวจทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการสร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ต่อไป

หลังจากที่ได้มีการสร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) จะนำผลที่ได้มาวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมในแต่ละสายทาง รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุง และสรุปผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

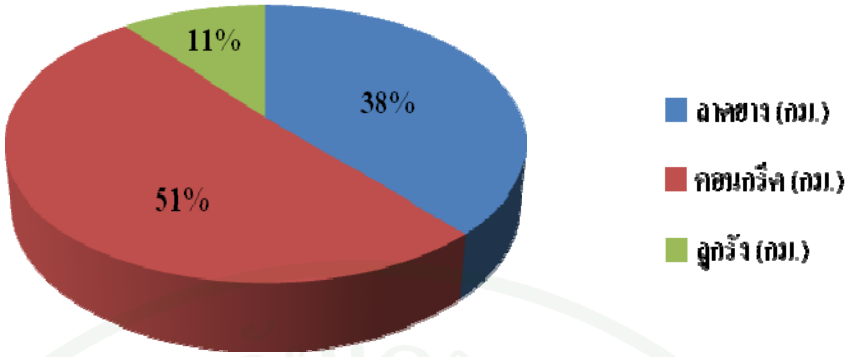


ภาพที่ 13 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การจัดเก็บข้อมูลสายทางในจังหวัดนำร่อง

จังหวัดนนทบุรี มีเนื้อที่ทั้งหมด 622.303 ตารางกิโลเมตร องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ภายในจังหวัดนนทบุรี ประกอบไปด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) จำนวน 1 แห่ง เทศบาลนคร จำนวน 2 แห่ง เทศบาลเมือง จำนวน 3 แห่ง เทศบาลตำบล จำนวน 6 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จำนวน 34 แห่ง ซึ่งจากข้อมูลของสำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น กรมทางหลวงชนบท พ.ศ. 2552 พบว่า อปท. ภายในจังหวัดนนทบุรี มีโครงข่ายสายทางในความรับผิดชอบรวมกันทั้งหมดประมาณ 891.357 กิโลเมตร โดยจำแนกเป็นผิวทางชนิดแอสฟัลต์ จำนวน 342.027 กิโลเมตร ผิวทางคอนกรีต จำนวน 452.244 กิโลเมตร และผิวทางลูกรัง จำนวน 97.086 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 14 และตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 สัดส่วนของผิวทางประเภทต่างๆ ใน อปท. นนทบุรี

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ตารางที่ 7 ระยะทางในความรับผิดชอบของ อปท. นนทบุรี

ประเภทองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	ระยะทางในความรับผิดชอบ (กม.)			รวม
	แอสฟัลต์	คอนกรีต	ลูกรัง	
1. องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.)	59.989	33.994	-	93.983
2. เทศบาลนคร	4.679	131.906	1.630	138.215
3. เทศบาลเมือง	25.677	26.600	0.886	53.183
4. เทศบาลตำบล	5.966	49.391	4.966	60.323
5. องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)	245.761	210.353	89.604	545.673
รวม	342.027	452.224	97.086	891.357

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ผู้วิจัยได้คัดเลือกสายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของ อปท. เพื่อตรวจวัดระดับความเสียหายของถนนว่ามีปัจจัยคล้ายคลึงกัน และลักษณะความเสียหายเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง โดยเลือกสายทางชนิดผิวจราจรลาดยาง เป็นสายทางตัวอย่างในการสำรวจ โดยรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 รายละเอียดของสายทางตัวอย่างจากการสำรวจในจังหวัดนนทบุรี

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	จำนวนสายทาง	ระยะทางการสำรวจ (กม.)
อบจ.นนทบุรี	8	20.458
อบต.ขุนศรี	14	28.200
อบต.คลองขวาง	3	5.200
อบต.ทวีวัฒนา	4	6.775
อบต.บางคูลัด	12	16.358
รวม	41	76.991

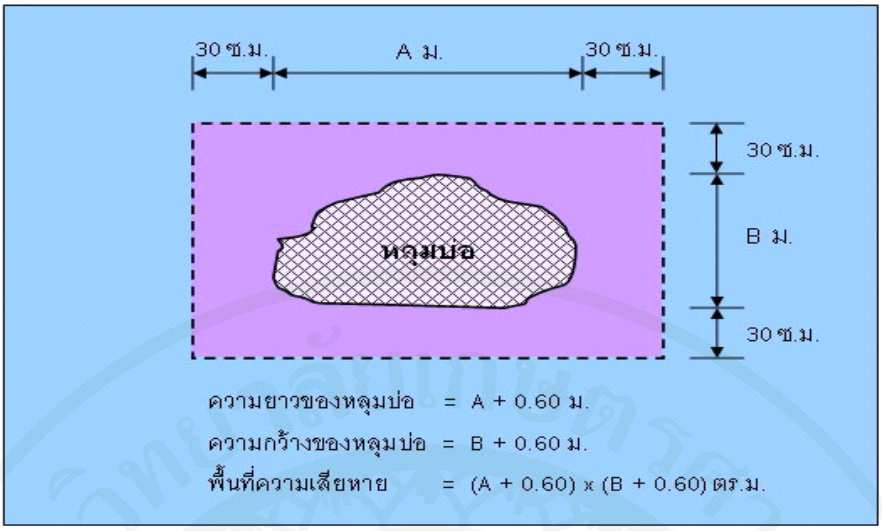
1.1 การสำรวจปริมาณความเสียหายของสายทาง

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจสภาพความเสียหายของสายทางตัวอย่าง ในพื้นที่นำร่อง ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี องค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง องค์การบริหารส่วนตำบลทวีวัฒนา และองค์การบริหารส่วนตำบลบางคูลัด โดยการวัดปริมาณความเสียหายนั้นจะแบ่งตามประเภทความเสียหาย และบันทึกลงในชุดแบบฟอร์ม ดังแสดงในภาคผนวก ก ซึ่งการประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง สิ่งสำคัญที่สุดคือการวัดปริมาณความเสียหายแต่ละประเภทอย่างถูกต้องเป็นไปตามหลักการทางวิศวกรรม เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ และเลือกวิธีการซ่อมบำรุงทางได้อย่างเหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง โดยมีวิธีการวัดปริมาณความเสียหายแต่ละประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 หลุมบ่อ (Pothole)

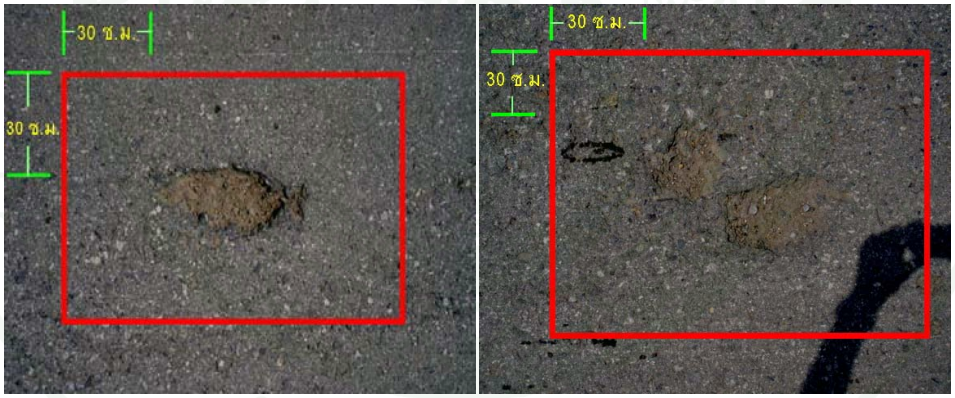
การวัดปริมาณความเสียหายประเภทหลุมบ่อ จะวัดความกว้าง และความยาว ออกจากพื้นที่ความเสียหายจากขอบด้านละ 30 เซนติเมตร หลุมบ่อที่มีลักษณะเป็นกลุ่ม โดยแต่ละหลุมมีความห่างของหลุมน้อยกว่า 30 เซนติเมตรให้วัดพื้นที่ความเสียหายรวม โดยการวัดความกว้างและความยาวออกจากพื้นที่ความเสียหายรวมจากพื้นที่เสียหายด้านละ 30 เซนติเมตร และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 15 และภาพที่ 16 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทหลุมบ่อ

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)



(ภาพ ก) (ภาพ ข)

วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

- วัดความกว้าง ความยาว ห่างจากขอบพื้นที่ความเสียหาย 30 เซนติเมตร (ภาพ ก)
- ระยะห่างระหว่างหลุม น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ให้วัดพื้นที่ความเสียหายรวม (ภาพ ข)

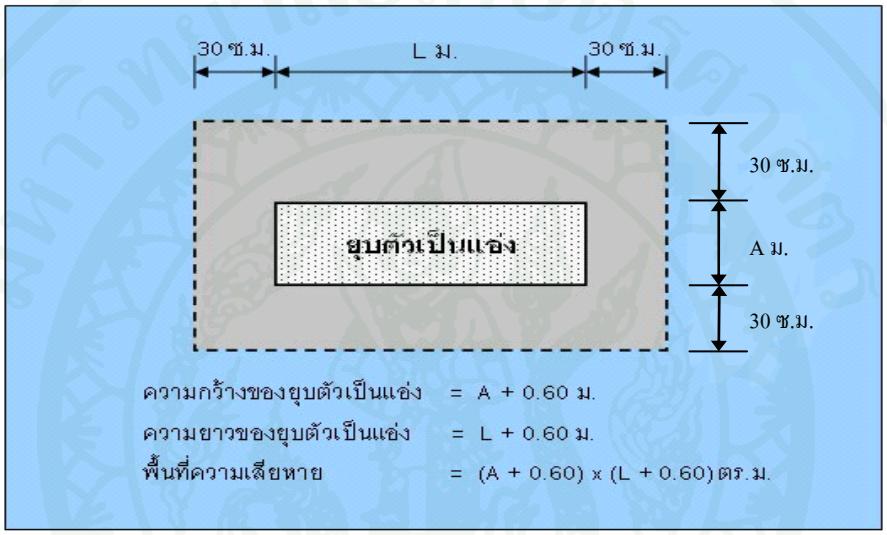
ภาพที่ 16 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทหลุมบ่อ

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทที่ 2 ทรุดตัวเป็นแอ่ง (Depression)

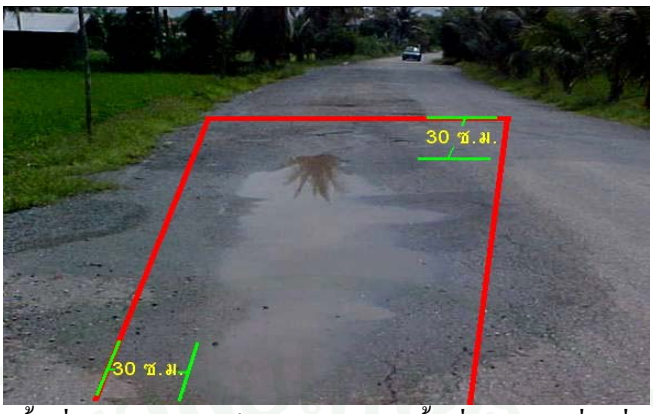
การวัดปริมาณความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง จะวัดความกว้าง และความยาวออกจากพื้นที่ความเสียหายจากขอบด้านละ 30 เซนติเมตร และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัด และตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหาย ดังแสดงในภาพที่ 17 และภาพที่ 18 ตามลำดับ



ภาพที่ 17 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

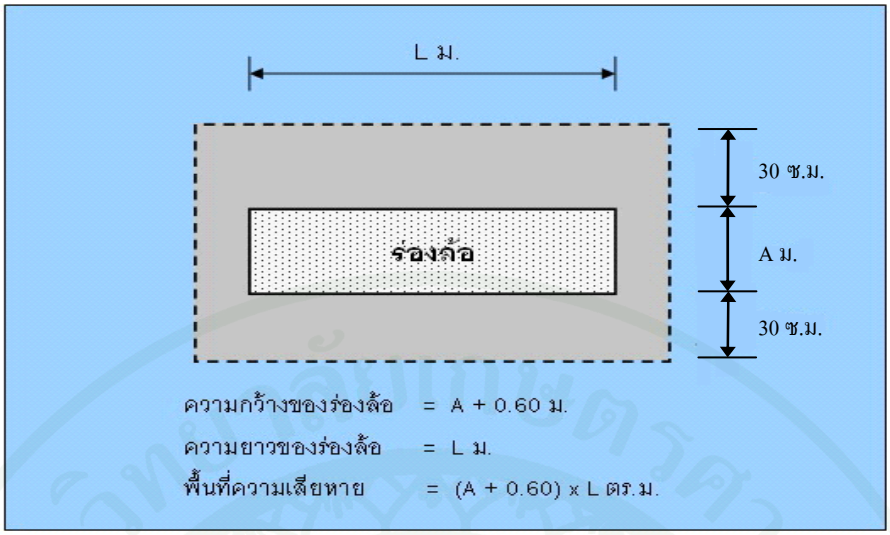
ภาพที่ 18 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภททรุดตัวเป็นแอ่ง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ประเภทที่ 3 ร่องล้อ (Rutting)

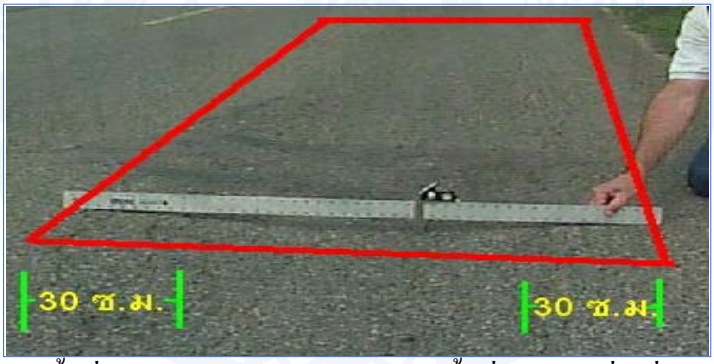
การวัดปริมาณความเสียหายประเภทร่องล้อ จะวัดความกว้างออกจากพื้นที่เสียหายจากขอบด้านละ 30 เซนติเมตร และความยาวที่เกิดความเสียหายจริง และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัดปริมาณ และตัวอย่างการวัดความเสียหายประเภทร่องล้อ ดังแสดงในภาพที่ 19 และภาพที่ 20 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทร่องล้อ

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)



วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

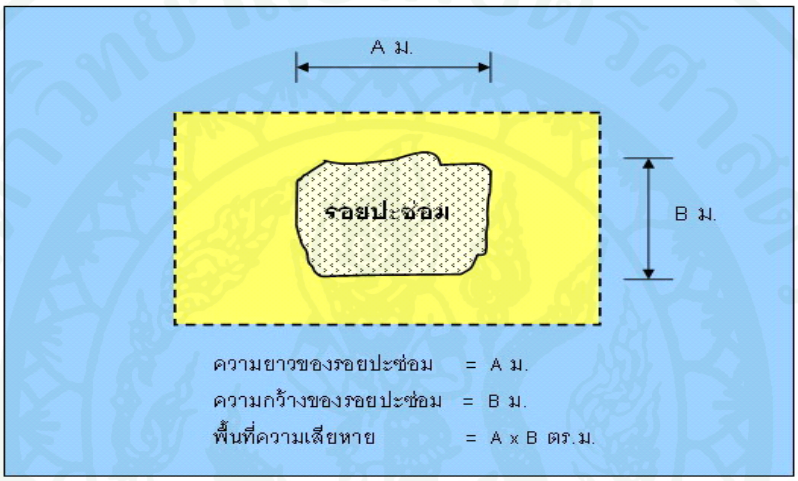
ภาพที่ 20 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทร่องล้อ

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทที่ 4 รอยปะซ่อม (Patching)

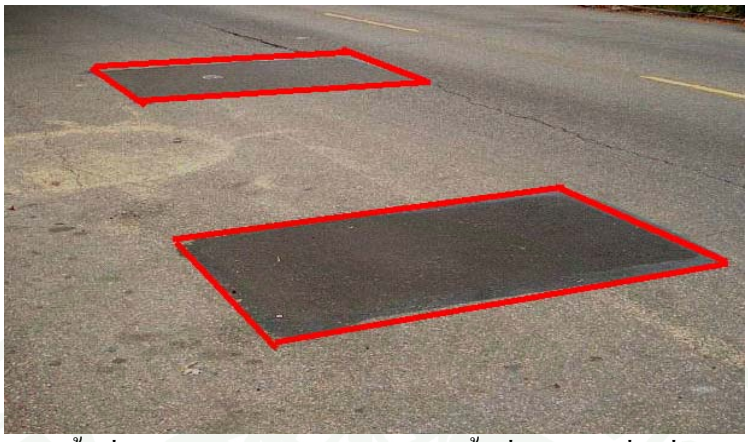
การวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม จะวัดความกว้าง และความยาว เท่ากับพื้นที่ความเสียหายจริง และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัดปริมาณและตัวอย่างการวัดความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม ดังแสดงในภาพที่ 21 และภาพที่ 22 ตามลำดับ



ภาพที่ 21 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

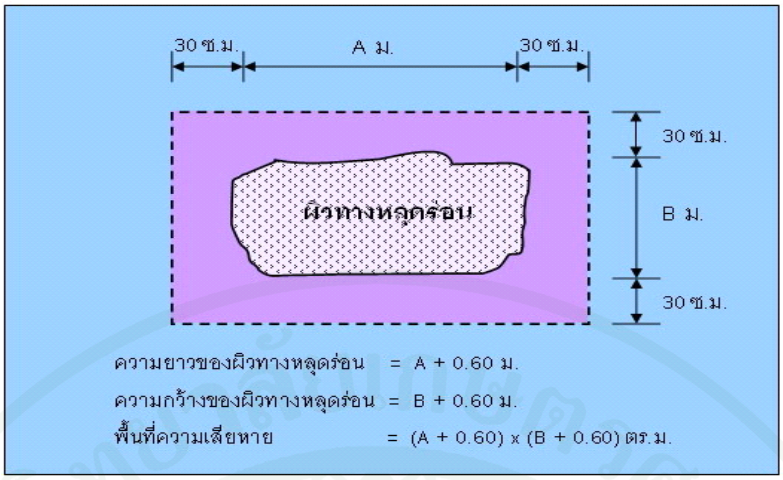
ภาพที่ 22 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ประเภทที่ 5 ผิวทางหลุดร่อน (Raveling)

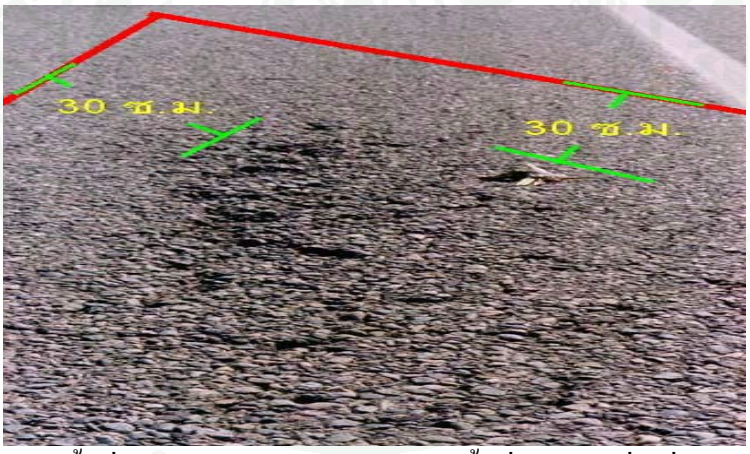
การวัดปริมาณความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน จะวัดความกว้าง และความยาวออกจากพื้นที่เสียหายจากขอบด้านละ 30 เซนติเมตร และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัดปริมาณ และตัวอย่างการวัดความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน ดังแสดงในภาพที่ 23 และภาพที่ 24 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)



วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

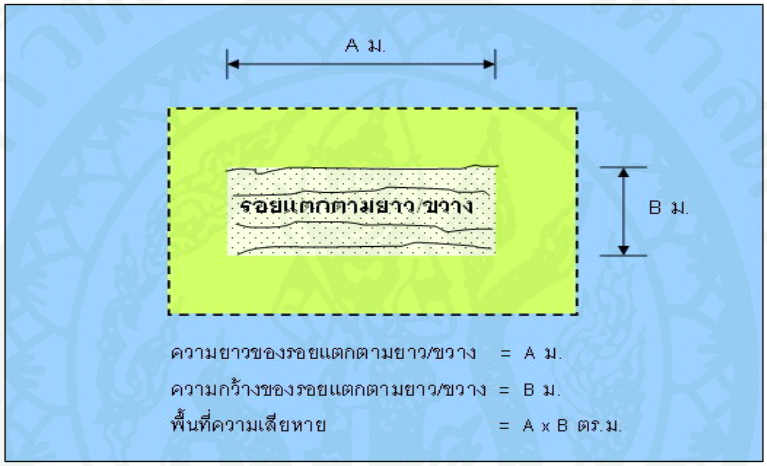
ภาพที่ 24 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทผิวทางหลุดร่อน

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเภทที่ 6 รอยแตกร้าว (Crack)

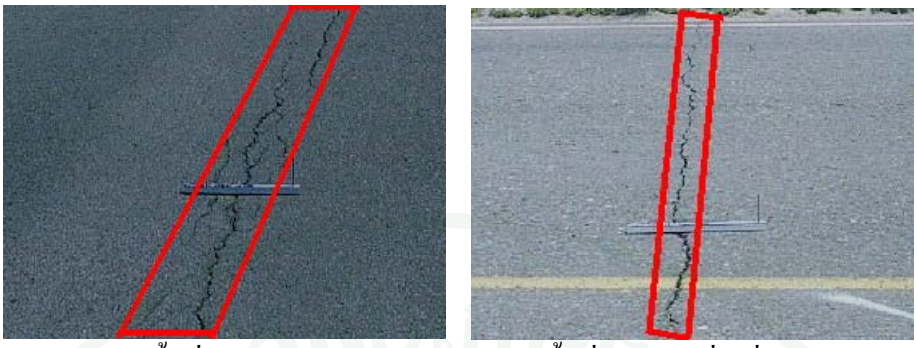
- รอยแตกตามแนวยาว (Longitudinal crack) และตามแนวขวาง (Transverse crack) การวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวตามแนวยาวและตามแนวขวาง จะวัดออกจากพื้นที่เสียหายจริงที่เกิดขึ้นซึ่งต้องดำเนินการซ่อมบำรุง โดยจะวัดความยาว และความกว้างของพื้นที่ความเสียหายเป็นเมตร และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัดปริมาณ และตัวอย่างการวัดความเสียหายประเภทรอยแตกร้าว ดังแสดงในภาพที่ 25 และภาพที่ 26 ตามลำดับ



ภาพที่ 25 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกตามแนวยาวและแนวขวาง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

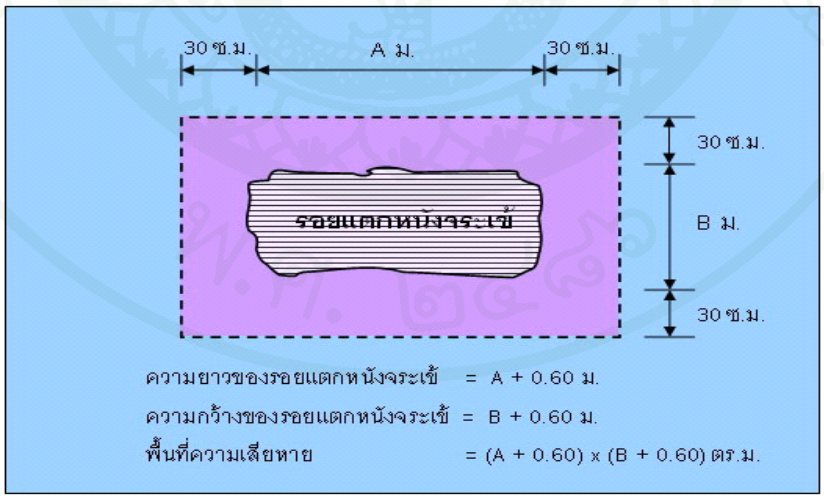


วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

ภาพที่ 26 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกตามแนวยาวและแนวขวาง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

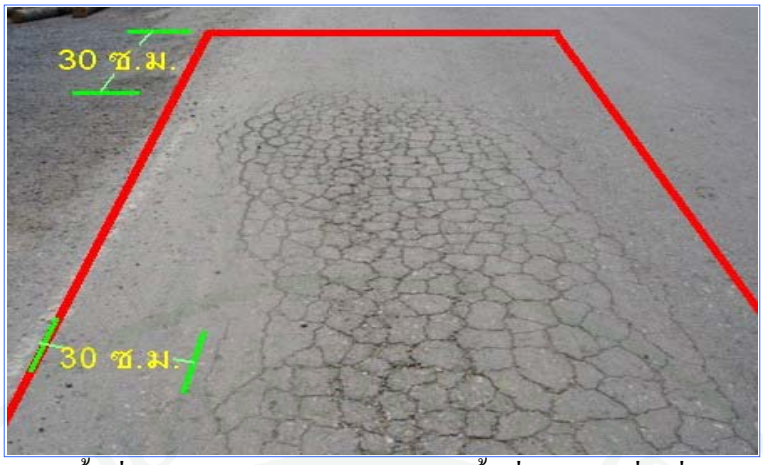
- รอยแตกร้าวแบบหนังจระเข้ (Alligator crack) จะวัดความกว้าง และความยาว ออกจากพื้นที่ความเสียหายจากขอบด้านละ 30 เซนติเมตร และสรุปปริมาณความเสียหายเป็นตารางเมตร โดยวิธีการวัดปริมาณ และตัวอย่างการวัดความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวหนังจระเข้ ดังแสดงในภาพที่ 27 และภาพที่ 28 ตามลำดับ



ภาพที่ 27 วิธีการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวหนังจระเข้

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



วัดพื้นที่ความเสียหายเป็นตารางเมตร (พื้นที่ในกรอบสี่เหลี่ยม)

ภาพที่ 28 ตัวอย่างการวัดปริมาณความเสียหายประเภทรอยแตกร้าวหนังจระเข้

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง โดยดำเนินการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นซึ่งสามารถดำเนินการแบ่งประเภทของความเสียหายออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

(1) ความเสียหายหนัก เป็นประเภทความเสียหายซึ่งส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นทาง ได้แก่ หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ และรอยแตกร้าว

(2) ความเสียหายเบา เป็นประเภทความเสียหายซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะผิวทางเท่านั้น ได้แก่ รอยปะซ่อม และผิวทางหลุดร่อน

1.2 การสำรวจดัชนีความเรียบสากล (IRI)

ปัจจุบันระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์สภาพผิวทางได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ มาใช้ เพื่อให้งานบำรุงรักษาทางมีความทันสมัยสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นอุปกรณ์ Bump Integrator (BI) จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสำรวจตรวจสอบ และศึกษาวิเคราะห์สภาพความชำรุดเสียหายของทางแทนวิธีการสำรวจแบบเดิม ซึ่งช่วยให้การบริหาร และวางแผนงานซ่อมบำรุงทางมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพิจารณาข้อมูลสภาพความเสียหายของสายทางจากการสำรวจค่าดัชนีความเรียบสากล (International Roughness Index, IRI) สามารถสะท้อนได้ถึงสภาพความเสียหาย และสภาพการให้บริการของสายทาง อีกทั้งสามารถพิจารณาข้อมูลค่า IRI เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการพิจารณาวิธีการซ่อมบำรุง และการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมต่อไป โดยการวัดดัชนีความเรียบสากลจะดำเนินการวัดทุกๆ 25 เมตร หรือตามความสามารถของเครื่องมือ และสรุปเป็นค่าความขรุขระในระยะทาง 1 กิโลเมตร โดยค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็นเมตรต่อกิโลเมตร

การสำรวจดัชนีความเรียบสากลโดยใช้อุปกรณ์ Bump Integrator (BI) ซึ่งติดตั้งภายในยานพาหนะสำรวจสภาพทาง มีองค์ประกอบหลักๆ คือ Bump Integrator, Odometer, อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ และคอมพิวเตอร์พกพา ดังแสดงในภาพที่ 29 เนื่องจากยานพาหนะสำรวจสภาพความเรียบของผิวทางส่วนใหญ่ที่นำมาติดตั้ง Bump Integrator นั้นเป็นลักษณะเพลาหลังเดี่ยวควบคุมการสั่นสะเทือนสองล้อ (Solid Rear Axle) การติดตั้งอุปกรณ์ Bump Integrator จึงทำการติดตั้ง ณ ตำแหน่งกึ่งกลางเพลาท้ายของยานพาหนะ ดังแสดงในภาพที่ 30

(ก) อุปกรณ์วัดความเรียบ BI

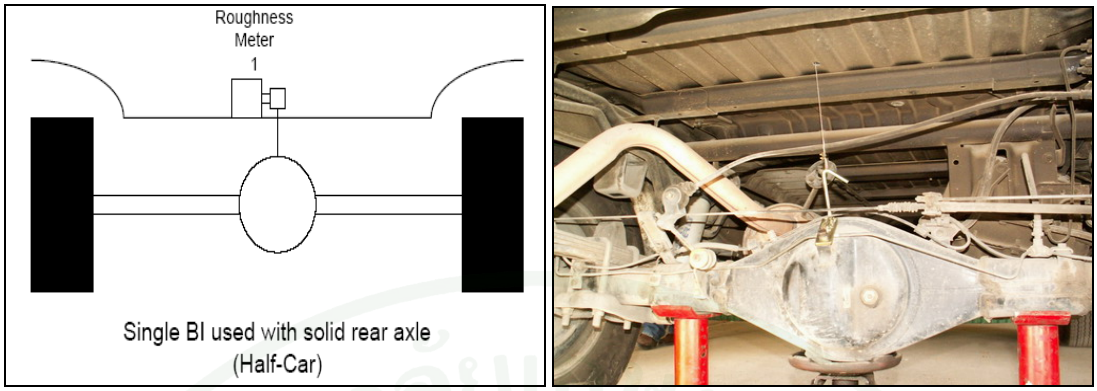
(ข) Distance and Speed Sensor

(ค) คอมพิวเตอร์พกพา

(ง) ยานพาหนะ

ภาพที่ 29 องค์ประกอบอุปกรณ์ในการสำรวจดัชนีความเรียบสากล (International Roughness Index, IRI)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



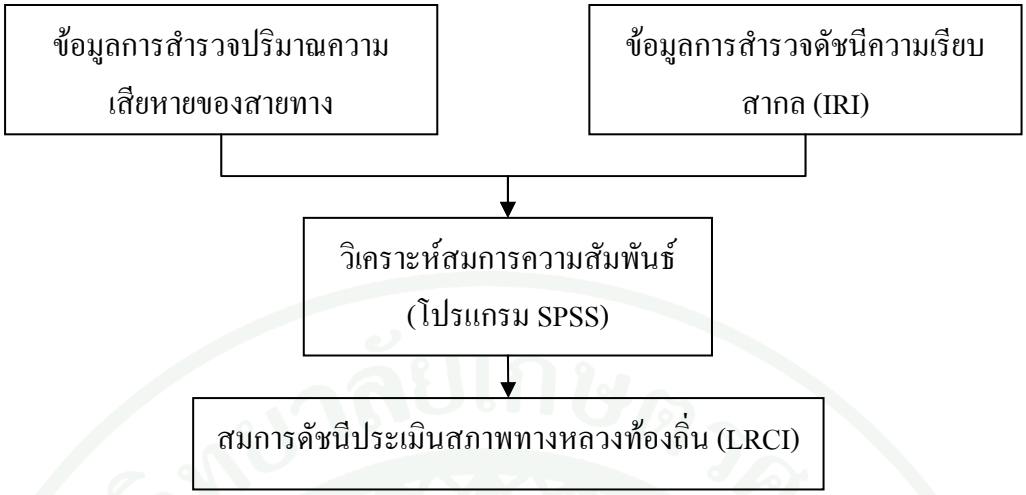
ภาพที่ 30 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ Bump Integrator

2. การสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI)

สภาพความเสียหายของสายทางที่พบบนถนนในความรับผิดชอบของแต่ละองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) มีหลายประเภท ซึ่งในความเสียหายแต่ละประเภทนั้นมีระดับความรุนแรงของความเสียหายที่อาจส่งผลต่อสภาพความเสียหายของผิวทางแตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงสร้างแนวทางการประเมินสภาพความเสียหายของทางที่เรียกว่า ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (Local Road Condition Index, LRCI) เพื่อใช้เป็นดัชนีแสดงสภาพความเสียหายของผิวจราจรลาดยางสำหรับถนนแต่ละสายทางในความรับผิดชอบของ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ซึ่งค่า LRCI จะถูกนำมาใช้เป็นหลักเกณฑ์ส่วนหนึ่งในการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกเลือกวิธีการซ่อมบำรุง และวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญโครงการซ่อมบำรุงทางขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต่อไป

สำหรับขั้นตอนการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) จำเป็นต้องสำรวจข้อมูลปริมาณความเสียหายในแต่ละสายทาง รวมถึงการสำรวจค่าดัชนีความเรียบสากล และทำการรวบรวมข้อมูลการสำรวจทั้ง 2 ประเภท ซึ่งบันทึกข้อมูลโดยกำหนดช่วงการสำรวจข้อมูล (Control Section) ทุก 1,000 เมตร แล้วนำมาวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้น (Multiple Linear Regression Analysis) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดวิธีหนึ่งในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (% พื้นที่ความเสียหายหนัก และ % พื้นที่ความเสียหายเบา) กับตัวแปรตาม (ค่าดัชนีความเรียบสากล) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างดัชนีประเมินสภาพทาง ดังแสดงภาพที่ 31

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 31 ขั้นตอนการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น

3. การพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม

การเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม จะอ้างอิงจากมาตรฐานการซ่อมบำรุงตามมาตรฐานของ กรมทางหลวงชนบท กรมทางหลวง และหน่วยงานต่างประเทศ โดยจะพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริงสำหรับหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ปัจจัยในการพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงสายทาง

การพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงสายทาง นับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นในการเสนอกรอบงบประมาณตามแนวทางวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม โดยพิจารณาข้อมูลสภาพทางจากปริมาณความเสียหาย ซึ่งเป็นข้อมูลการสำรวจและประเมินความเสียหายอย่างละเอียด โดยแยกเป็นประเภทความเสียหายได้แก่ หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยปะซ่อม ผิวทางหลุดร่อน และรอยแตกร้าว โดยนำค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มาใช้พิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ขั้นตอนการพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงสายทาง

การพิจารณาวิธีการซ่อมบำรุงสายทางเริ่มต้นจากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลปริมาณความเสียหายของสายทางทั้ง 6 ประเภท เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ทำการพิจารณาเปอร์เซ็นต์พื้นที่ปริมาณความเสียหายหนัก และเปอร์เซ็นต์พื้นที่ปริมาณความเสียหายเบา เพื่อนำไปหาค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) จากแบบจำลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยเลือกวิธีการซ่อมบำรุงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพที่ 32 จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ดังนี้

3.2.1 ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่าน้อยกว่า 4.5 การพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงจะถูกแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือ

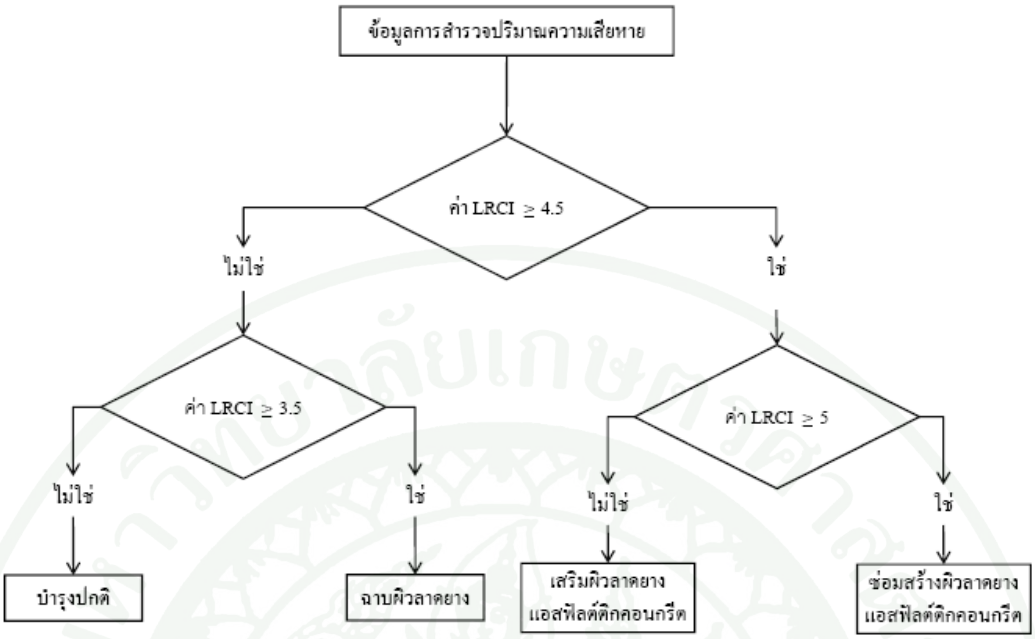
(1) กรณีที่ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่าน้อยกว่า 3.5 จะดำเนินการซ่อมบำรุงโดยวิธีบำรุงแบบปกติ

(2) กรณีที่ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 3.5 แต่ไม่เกิน 4.5 จะดำเนินการซ่อมบำรุงโดยวิธีการฉาบผิวลาดยาง (Slurry Seal)
1.2.2 ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 การพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงจะถูกแบ่งออกเป็น 2 แนวทางคือ

(1) กรณีที่ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่าน้อยกว่า 5 แต่ไม่น้อยกว่า 4.5 จะดำเนินการซ่อมบำรุงโดยวิธีการเสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

(2) กรณีที่ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 จะดำเนินการซ่อมบำรุงโดยวิธีการซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 32 การวิเคราะห์สภาพความเสียหายเพื่อกำหนดกิจกรรมการซ่อมบำรุง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

4. การจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุง

เนื่องจากงบประมาณที่ได้รับในการซ่อมบำรุงรักษาทางในแต่ละปีมีอยู่จำกัด ประกอบกับการจัดสรรงบประมาณในแต่ละหน่วยงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีความหลากหลาย ทำให้สายทางที่เกิดความเสียหายไม่สามารถซ่อมบำรุงรักษาได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงรักษาทางอย่างเหมาะสม เพื่อใช้งบประมาณให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสอดคล้องกับความต้องการของหน่วยงาน

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่สอบถามความคิดเห็นของเจ้าหน้าที่และผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อกำหนดปัจจัยในการจัดลำดับความสำคัญ และการกำหนดคะแนนในแต่ละปัจจัย นำมาเป็นข้อมูลในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงทาง โดยยึดหลักการคัดเลือกสายทางที่มีความเสียหายมากและมีความสำคัญสูง ให้ได้รับการซ่อมบำรุงก่อนสายทางที่มีความเสียหายน้อยกว่าหรือความสำคัญน้อยกว่า ซึ่งพิจารณาจากปัจจัยในด้านต่างๆ ได้แก่ ปัจจัยทางด้านวิศวกรรม คือ ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ประกอบกับปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แหล่งท่องเที่ยว หรือสถานที่สำคัญบนสายทาง เป็นต้นจากนั้นจึงรวมคะแนนจากปัจจัยที่พิจารณาดังกล่าว เพื่อเรียงลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุง สำหรับคะแนนในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญ เป็นค่าแนะนำเบื้องต้นสำหรับการใช้งาน ผู้วิจัยจึงแบ่งคะแนนออกเป็น 2 ด้านคือ

4.1 ด้านวิศวกรรม

คะแนนด้านวิศวกรรมกำหนดให้มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน ซึ่งค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 5 จะมีคะแนนเท่ากับ 60 คะแนน และหลดหลั่นตามดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำหลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่าคะแนนความสำคัญด้านวิศวกรรม ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่าคะแนนความสำคัญด้านวิศวกรรม

ข้อพิจารณา	วิธีการคำนวณ	คะแนนความสำคัญ
LRCI มากกว่าหรือเท่ากับ 5	-	60 คะแนน
LRCI น้อยกว่า 5	(LRCI * 60) / 5	-

4.2 ด้านเศรษฐกิจ และสังคม

คะแนนด้านเศรษฐกิจและสังคม กำหนดให้มีคะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจสายทางเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาให้คะแนนความสำคัญ ซึ่งจะพิจารณาจากสถานที่สำคัญ และผลประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นต่อเศรษฐกิจและสังคมในพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน สำหรับค่าน้ำหนักคะแนนการจัดลำดับความสำคัญ ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ 10 และมีรายละเอียดดังนี้

(1) สถานศึกษา ตัวอย่างเช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย วิทยาลัย สถาบันฝึกวิชาชีพ เป็นต้น

(2) สถานที่ราชการ ตัวอย่างเช่น ที่ว่าการอำเภอ เขต จังหวัด สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(3) แหล่งท่องเที่ยว ตัวอย่างเช่น น้ำตก ชายหาด สถานที่สักการะบูชา สวนสาธารณะ อุทยานแห่งชาติ วนอุทยานแห่งชาติ เป็นต้น

(4) แหล่งอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น โรงงานอุตสาหกรรม โรงงานทอผ้า โรงงานผลิตกระดาษ โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โรงงานผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

(5) แหล่งชุมชน ที่พักอาศัย

(6) โรงพยาบาล สถานีอนามัย

(7) ย่านเกษตรกรรม และปศุสัตว์ ตัวอย่างเช่น นา ไร่ สวน บ่อปลา ทุ่งเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น

(8) วัด มัสยิด โบสถ์

(9) ปริมาณจราจร ตัวอย่างเช่น สายทางที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นย่อมเป็นสายทางที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ

ตารางที่ 10 หลักเกณฑ์ในการพิจารณาค่าคะแนนความสำคัญด้านเศรษฐกิจและสังคม

ความสำคัญ	ข้อพิจารณา	คะแนนความสำคัญ
ปริมาณจราจร (คันต่อวัน) 15 คะแนน	มากกว่า 1,000	15
	500 - 1,000	10
	น้อยกว่า 500	5
แหล่งชุมชน (ครัวเรือน) 10 คะแนน	มากกว่า 5	10
	3 – 5	7
	น้อยกว่า 3	5
แหล่งท่องเที่ยว (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0

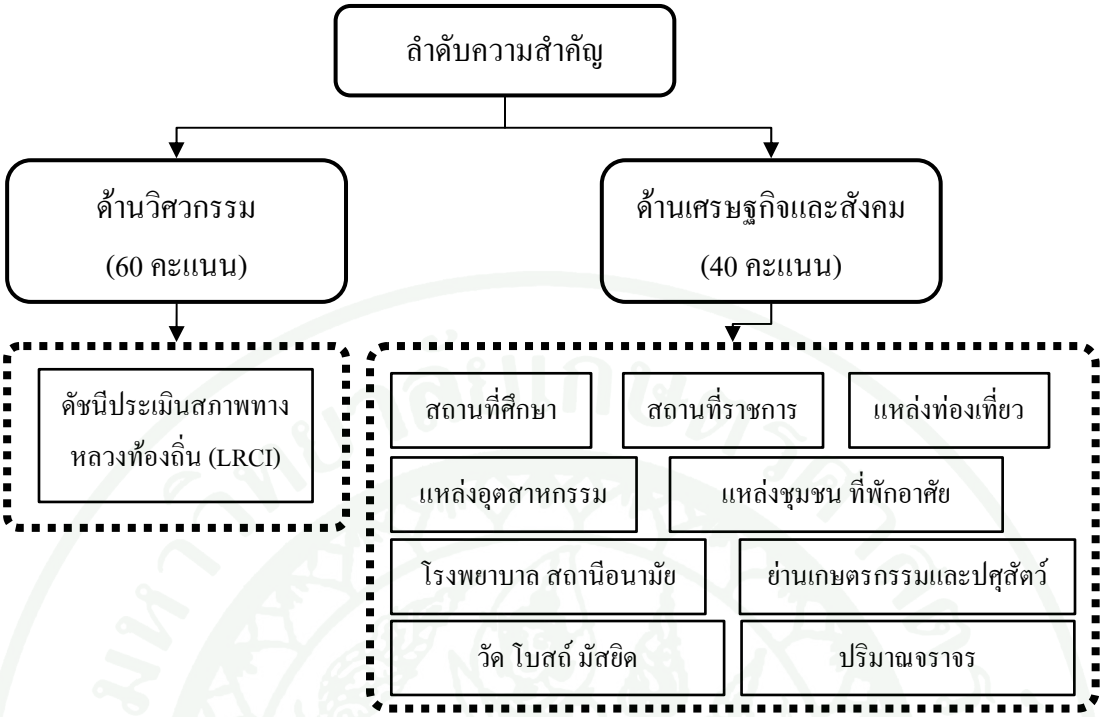
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ความสำคัญ	ข้อพิจารณา	คะแนนความสำคัญ
สถานศึกษา (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
สถานที่ราชการ (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
แหล่งอุตสาหกรรม (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
ย่านเกษตรกรรม และปศุสัตว์ (แห่ง) 3 คะแนน	มากกว่า 2	3
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
โรงพยาบาล สถานีอนามัย (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
วัด มัสยิด โบสถ์ (แห่ง) 2 คะแนน	มากกว่า 2	2
	1 – 2	1
	ไม่มี	0
รวม		40

ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งคะแนนการพิจารณา โดยแบ่งออกเป็นคะแนนทางด้านวิศวกรรม (60 คะแนน) และคะแนนทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม (40 คะแนน) โดยมีแนวทางในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุง ดังแสดงในภาพที่ 33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 แนวทางการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุง

5. การประมาณการงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุง

กรมทางหลวงชนบท (2552) ได้จัดทำหลักเกณฑ์ในการประมาณการงบประมาณ การซ่อมบำรุงถนนในความรับผิดชอบของ อปท. โดยมีกิจกรรมซ่อมบำรุงพร้อมราคาต่อหน่วย ซึ่งเป็นราคาเบื้องต้นสำหรับการซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 กิจกรรมซ่อมบำรุงทาง และราคาต่อหน่วยสำหรับ อปท.

กิจกรรมซ่อมบำรุง	ราคา (บาท/ตร.ม.)
บำรุงปกติผิวทางลาดยาง	6
ฉาบผิวลาดยาง (Slurry Seal)	60
เสริมผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	260
ซ่อมสร้างผิวทางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	380

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ข้อมูลสำรวจและปริมาณความเสียหายของสายทางในจังหวัดนำร่อง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลความเสียหายของสายทางภายในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ซึ่งเป็นถนนในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นทั้งหมด 41 สายทาง ทำการบันทึกข้อมูลโดยกำหนดช่วงการสำรวจข้อมูล (Control Section) ทุก 1,000 เมตร และจำแนกประเภทของความเสียหายออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความเสียหายหนัก ซึ่งเป็นประเภทความเสียหายซึ่งส่งผลกระทบต่อโครงสร้างพื้นทาง ได้แก่ หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ และรอยแตกร้าว อีกประเภทคือ ความเสียหายเบา เป็นประเภทความเสียหายซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะผิวทางเท่านั้น ได้แก่ รอยปะซ่อม และผิวทางหลุดร่อน ซึ่งจะได้ข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ทั้งหมด 92 ชุดข้อมูล โดยมีรายละเอียดของข้อมูลการสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง ดังแสดงในภาคผนวก ข

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปข้อมูลสำรวจ โดยจำแนกออกเป็น ดัชนีความเรียบสากล เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนัก เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบา และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายรวม ดังแสดงในตารางที่ 12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ข้อมูลสรุปผลการสำรวจปริมาณความเสียหายของสายทาง

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี							
บ้านปลายบาง - บ้านศาลากลาง	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.17	1000	6.000	16.00	9.02	25.02
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.39	1000	6.000	16.73	2.83	19.57
บ้านเขมร - บ้านใหม่	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.39	1000	6.000	19.07	3.07	22.13
	กม. 1+000 - กม. 1+375	7.75	375	6.000	36.84	0.89	37.73
บ้านวังข่า - วัดสิงห์ทอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.37	1000	5.000	18.40	15.00	33.40
	กม. 1+000 - กม. 1+200	3.58	200	5.000	11.90	10.00	21.90
เคหะการเกษตร	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.36	1000	6.000	17.00	0.00	17.00
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.92	1000	6.000	15.33	0.00	15.33
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.99	1000	6.000	16.33	8.33	24.67
	กม. 3+000 - กม. 3+725	5.95	725	6.000	21.84	8.05	29.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ท่าน้ำนนทบุรี – วัดโบสถ์ดอนพรหม	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.27	1000	6.000	17.83	3.50	21.33
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.79	1000	6.000	21.92	6.30	28.22
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.93	1000	6.000	17.83	7.50	25.33
	กม. 3+000 - กม. 4+000	4.93	1000	6.000	18.17	8.00	26.17
	กม. 4+000 - กม. 4+550	2.7	550	6.000	12.12	0.00	12.12
วัดโคนอน – สะพานเฉลิมศักดิ์	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.24	1000	5.000	29.40	3.00	32.40
	กม. 1+000 - กม. 1+350	5.35	350	5.000	22.29	11.43	33.71
วัดสุนทรธรรมมิการาม - วัดส้มเกลี้ยง	กม. 0+000 - กม. 1+000	6.31	1000	5.000	32.96	5.70	38.66
	กม. 1+000 - กม. 1+900	8.45	900	5.000	38.22	15.11	53.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนเลียบคลองประปา(ตอนที่ 4)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.6	1000	6.000	20.07	3.17	23.23
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.5	1000	6.000	2.50	0.00	2.50
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.98	1000	6.000	16.83	3.65	20.48
	กม. 3+000 - กม. 4+000	2.72	1000	6.000	7.50	0.00	7.50
	กม. 4+000 - กม. 4+358	3.66	358	6.000	14.43	1.40	15.83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
องค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี							
ถนนสายบ้านคลอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.81	1000	6.000	12.02	2.67	14.68
แขก-บ้านคลอง	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.96	1000	6.000	13.32	1.67	14.98
พระพิมล	กม. 2+000 - กม. 2+900	3.17	900	6.000	16.76	0.00	16.76
ถนนสายบ้านคลอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.64	1000	6.000	16.55	0.00	16.55
สิบศอก-บ้านคลอง	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.26	1000	6.000	18.23	4.67	22.90
พระพิมล	กม. 2+000 - กม. 2+600	4.2	600	6.000	17.47	3.83	21.31
ถนนบ้านคลองพระ	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	1000	6.000	15.25	0.00	15.25
พิมล-สถานีอนามัย	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.43	1000	6.000	16.55	0.38	16.93
วัดยอดพระพิมล	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.78	1000	6.000	15.60	0.33	15.93
ซอยคลองดอน	กม. 0+000 - กม. 0+800	2.54	800	5.000	15.00	0.00	15.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนสายสถานีอนามัย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.76	1000	6.000	18.48	0.83	19.32
วัดยอดพระพิมล -	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.85	1000	6.000	14.45	0.00	14.45
บ้านคลองโต๊ะนุ้ย							
ถนนสายบ้านคลองโต๊ะ	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.54	1000	5.000	19.40	1.00	20.40
นุ้ย-บ้านคลองขุนศรี	กม. 1+000 - กม. 1+700	4.08	700	5.000	24.00	0.57	24.57
ถนนสายบ้านคลอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	1000	6.000	14.92	9.00	23.92
หม่อมแช่ม-วัดบึงลาด	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.99	1000	6.000	18.05	2.08	20.13
สวาย	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.34	1000	6.000	20.17	3.33	23.50
ถนนสายไทรน้อย -	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	1000	6.000	16.25	0.00	16.25
คลองตาคล้าย	กม. 1+000 - กม. 1+600	2.73	600	6.000	13.89	0.00	13.89
ถนนสายโรงปุ๋ย -	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.44	1000	5.000	18.96	8.20	27.16
คลองขวาง	กม. 1+000 - กม. 1+600	4.11	600	5.000	26.00	1.20	27.20
ถนนสายเลียบคลอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.41	1000	5.000	25.00	6.00	31.00
ขวางตะวันออก	กม. 1+000 - กม. 1+600	6.18	600	5.000	13.33	28.00	41.33

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนสายเลียบคลองขวางตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.06	1000	6.000	16.67	0.00	16.67
	กม. 1+000 - กม. 1+900	2.64	900	6.000	10.19	0.00	10.19
ถนนเลียบคลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.53	1000	5.000	10.00	24.40	34.40
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.43	1000	5.000	12.90	31.60	44.50
ถนนสายโรงหอม - คลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.51	1000	5.000	15.52	8.00	23.52
	กม. 1+000 - กม. 1+400	6.71	400	5.000	31.00	17.50	48.50
ถนนสายเลียบคลองนาหมอน 6 หลัง	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.62	1000	5.000	14.40	12.00	26.40
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.02	1000	5.000	20.50	13.08	33.58
	กม. 2+000 - กม. 2+100	3.6	100	5.000	22.00	0.00	22.00
องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง							
ถนนสายคลองนาหมอน - ตลาดขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.1	1000	6.000	9.35	4.67	14.02
	กม. 1+000 - กม. 2+000	6.25	1000	6.000	21.92	1.67	23.58
ถนนสายสหกรณ์ – บ้านคลองห้าร้อย	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.39	1000	6.000	8.33	0.00	8.33
	กม. 1+000 - กม. 1+900	3.35	900	6.000	18.89	0.00	18.89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนสายภายในหมู่บ้าน หมู่ที่ 2	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.48	1000	5.000	7.00	2.42	9.42
	กม. 1+000 - กม. 1+300	4.08	300	5.000	19.40	3.07	22.47
องค์การบริหารส่วนตำบลทวีวัฒนา							
ถนนประชาร่วมใจ 1 (ตอนใต้)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.69	1000	6.000	16.43	5.77	22.20
	กม. 1+000 - กม. 1+675	8.71	675	6.000	31.14	13.83	44.96
ถนนประชาร่วมใจ 2 (ตอนเหนือ)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.95	1000	6.000	11.58	7.98	19.57
	กม. 1+000 - กม. 2+000	7.34	1000	6.000	30.47	7.50	37.97
	กม. 2+000 - กม. 2+350	4.35	350	6.000	18.19	5.86	24.05
ถนนเลียบคลองหนึ่งตอนต้น	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	1000	6.000	15.22	2.00	17.22
	กม. 1+000 - กม. 1+750	4.76	750	6.000	21.60	1.49	23.09
ถนนซอยอิสรางกูล	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.33	1000	5.000	20.80	5.12	25.92
องค์การบริหารส่วนตำบลบางคูลัด							
ถนนสายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันออก	กม. 0+000 - กม. 0+600	10.11	600	6.000	30.50	22.78	53.28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนสายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 0+550	3.31	550	6.000	17.39	0.00	17.39
ถนนสายสุดใจพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.07	1000	6.000	16.42	8.68	25.10
	กม. 1+000 - กม. 1+550	6.59	550	6.000	30.97	1.91	32.88
ถนนสายเลียบคลองนายแฉ่ง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.98	1000	6.000	11.65	0.33	11.98
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.3	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.22	1000	6.000	29.13	8.18	37.32
	กม. 1+000 - กม. 1+125	6.84	125	6.000	22.93	8.00	30.93
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.2,7	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.31	1000	6.000	19.40	5.77	25.17
	กม. 1+000 - กม. 1+375	9.01	375	6.000	38.62	8.89	47.51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันตก ม.1,2	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.83	1000	6.000	22.58	17.07	39.65
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 0+925	5.46	925	6.000	24.38	2.31	26.68
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งใต้	กม. 0+000 - กม. 1+000	8.43	1000	6.000	32.85	9.50	42.35
	กม. 1+000 - กม. 1+300	8.96	300	6.000	34.00	11.11	45.11
ถนนเกตุอำพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.56	1000	5.000	33.02	1.50	34.52
	กม. 1+000 - กม. 1+375	5.7	375	5.000	27.20	3.20	30.40
ถนนสายเลียบคลองตาชม ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.2	1000	5.000	30.82	0.54	31.36
	กม. 1+000 - กม. 1+200	7.1	200	5.000	28.00	16.50	44.50

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ระยะทางสำรวจ (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	% พื้นที่ความเสียหายรวม
ถนนบ้านหนองกางเขน - บ้านเต็มรัก	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.59	1000	6.000	22.00	4.17	26.17
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.84	1000	6.000	20.33	6.10	26.43
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.34	1000	6.000	6.67	6.67	13.33
	กม. 3+000 - กม. 4+000	3.17	1000	6.000	10.67	0.00	10.67
	กม. 4+000 - กม. 4+358	2.84	358	6.000	1.40	0.00	1.40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลดัชนีความเรียบสากล และปริมาณความเสียหาย โดยจัดเก็บข้อมูลความเสียหายที่ตัดช่วงความยาวทุก 1 กิโลเมตร จำนวน 41 สายทาง ระยะทางรวม 76.991 กิโลเมตร จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด 92 ชุดข้อมูล เมื่อสำรวจข้อมูลได้แล้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS) ทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ โดยกำหนดให้ตัวแปรตาม คือ ดัชนีความเรียบสากล (IRI) ส่วนตัวแปรอิสระที่ศึกษา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนัก (ความเสียหายประเภท หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ และรอยแตกร้าว) และ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบา (ความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม และผิวทางหลุดร่อน) ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ ดังแสดงในภาพที่ 34

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Minor_ Distress, Major_ Distress [a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: LRCI

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.902[a]	.813	.809	.75430	1.246

a. Predictors: (Constant), Minor_Distress, Major_Distress

b. Dependent Variable: LRCI

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	220.703	2	110.351	193.949	.000[a]
	Residual	50.638	89	.569		
	Total	271.341	91			

a. Predictors: (Constant), Minor_Distress, Major_Distress

b. Dependent Variable: LRCI

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.099	.215		5.101	.000
	Major_Distress	.155	.010	.691	14.792	.000
	Minor_Distress	.122	.012	.458	9.805	.000

a. Dependent Variable: LRCI

ภาพที่ 34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ

ค่าคงที่ / ตัวแปร	b	SE_b	β	t	p-value
ค่าคงที่	1.099	0.215	-	5.101	0.000
เปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายหนัก	0.155	0.010	0.691	14.792	0.000
เปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายเบา	0.122	0.012	0.458	9.805	0.000
ค่าคงที่ 1.099 ; $SE_{est} = \pm 0.75$					
$R = 0.902$; $R^2 = 0.813$; $F = 193.949$; p-value =0.000					

จากตารางที่ 13 จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวพยากรณ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนัก และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบา ทั้ง 2 ปัจจัยมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น 0.902 และสามารถร่วมกันพยากรณ์ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ได้ร้อยละ 81.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ ± 0.75 ซึ่งสามารถวิเคราะห์รูปแบบของสมการความสัมพันธ์ได้ ดังแสดงในสมการที่ (10)

$$LRCI = 1.099 + 0.155X + 0.122Y \quad (10)$$

โดยที่

LRCI = ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น

X = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนักต่อพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมด

Y = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบาต่อพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมด

ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ที่ได้จากการวิเคราะห์ตามสมการที่ (10) จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 – 17 (ดีมาก – แย่มาก)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงแผน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสภาพความเสียหาย เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) และนำแบบจำลองที่ได้มาวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น ในแต่ละ Section ซึ่งจะต้องนำค่า LRCI ของ แต่ละ Section มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของสายทาง รวมถึงการคำนวณค่าคะแนนความสำคัญของสายทาง เพื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญในการซ่อมบำรุง และการประมาณการงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงเบื้องต้น ดังแสดงในตารางที่ 14

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 การจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงถนน

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี						
บ้านปลายบาง -	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.17	4.68	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	64.30	1,560,000
บ้านศาลากลาง	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.39	4.04	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
บ้านเขมร -	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.39	4.43	ฉาบผิวทางลาดยาง	72.00	360,000
บ้านใหม่	กม. 1+000 - กม. 1+375	7.75	6.92	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		855,000
บ้านวังข่า -	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.37	5.78	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.67	1,900,000
วัดสิงห์ทอง	กม. 1+000 - กม. 1+200	3.58	4.16	ฉาบผิวทางลาดยาง		60,000
เคหะการเกษตร	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.36	3.73	ฉาบผิวทางลาดยาง	62.97	360,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.92	3.48	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.99	4.65	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
	กม. 3+000 - กม. 3+725	5.95	5.47	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,653,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ท่าน้ำนนทบุรี - วัดโบสถ์ดอนพรหม	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.27	4.29	ฉาบผิวทางลาดยาง	70.28	360,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.79	5.26	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		2,280,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.93	4.78	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
	กม. 3+000 - กม. 4+000	4.93	4.89	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
	กม. 4+000 - กม. 4+550	2.7	2.98	บำรุงปกติ		19,800
วัดโคนอน – สะพานเฉลิมศักดิ์	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.24	6.02	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+350	5.35	5.95	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		665,000
วัดสุนทรธรรมมิการาม - วัดส้มเกลี้ยง	กม. 0+000 - กม. 1+000	6.31	6.90	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+900	8.45	8.87	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,710,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนเลียบคลองประปา(ตอนที่ 4)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.6	4.60	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	49.41	1,560,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.5	1.49	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.98	4.15	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
	กม. 3+000 - กม. 4+000	2.72	2.26	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 4+000 - กม. 4+358	3.66	3.51	ฉาบผิวทางลาดยาง		128,880
องค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี						
ถนนสายบ้านคลองแขก-บ้านคลองพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.81	3.29	บำรุงปกติ	55.40	36,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.96	3.37	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 2+000 - กม. 2+900	3.17	3.70	ฉาบผิวทางลาดยาง		324,000
ถนนสายบ้านคลองสิบศอก-บ้านคลองพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.64	3.66	ฉาบผิวทางลาดยาง	62.73	360,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.26	4.49	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
	กม. 2+000 - กม. 2+600	4.2	4.27	ฉาบผิวทางลาดยาง		216,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนบ้านคลองพระพิมล-สถานีอนามัยวัดยอดพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	3.46	บำรุงปกติ	55.93	36,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.43	3.71	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.78	3.56	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
ซอยคลองดอน	กม. 0+000 - กม. 0+800	2.54	3.42	บำรุงปกติ	52.04	24,000
สถานีอนามัยวัดยอด -บ้านคลองโต๊ะนุ้ย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.76	4.07	ฉาบผิวทางลาดยาง	57.43	360,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.85	3.34	บำรุงปกติ		36,000
บ้านคลองโต๊ะนุ้ย-บ้านคลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.54	4.23	ฉาบผิวทางลาดยาง	65.70	300,000
	กม. 1+000 - กม. 1+700	4.08	4.89	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		910,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนสายบ้านคลองหม่อมแช่ม-วัดบึงลาดสวาย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	4.51	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	68.17	1,560,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.99	4.15	ฉาบผิวทางลาดยาง		360,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.34	4.63	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
ถนนสายไทรน้อย - คลองตาคล้าย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	3.62	ฉาบผิวทางลาดยาง	53.22	360,000
	กม. 1+000 - กม. 1+600	2.73	3.25	บำรุงปกติ		21,600
ถนนสายโรงปุ๋ย - คลองขวาง	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.44	5.04	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	75.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+600	4.11	5.28	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,140,000
ถนนสายเลียบคลองขวางตะวันออก	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.41	5.71	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	74.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+600	6.18	6.58	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,140,000
ถนนสายเลียบคลองขวางตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.06	3.68	ฉาบผิวทางลาดยาง	50.16	360,000
	กม. 1+000 - กม. 1+900	2.64	2.68	บำรุงปกติ		32,400

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนเลียบคลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.53	5.63	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	74.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.43	6.95	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,900,000
ถนนสายโรงหอม - คลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.51	4.48	ฉาบผิวทางลาดยาง	74.00	300,000
	กม. 1+000 - กม. 1+400	6.71	8.04	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		760,000
ถนนสายเลียบคลองนาหมอน 6 หลัง	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.62	4.80	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	1,300,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.02	5.87	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,900,000
	กม. 2+000 - กม. 2+100	3.6	4.51	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		130,000
องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง						
ถนนสายคลองนาหมอน - ตลาดขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.1	3.12	บำรุงปกติ	58.90	36,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	6.25	4.70	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
ถนนสายสหกรณ์ – บ้านคลองห้าร้อย	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.39	2.39	บำรุงปกติ	49.50	36,000
	กม. 1+000 - กม. 1+900	3.35	4.03	ฉาบผิวทางลาดยาง		324,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนสายภายในหมู่บ้าน หมู่ที่ 2	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.48	2.48	บำรุงปกติ	52.76	30,000
	กม. 1+000 - กม. 1+300	4.08	4.48	ฉาบผิวทางลาดยาง		90,000
องค์การบริหารส่วนตำบลทวีวัฒนา						
ถนนประชาร่วมใจ 1 (ตอนใต้)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.69	4.35	ฉาบผิวทางลาดยาง	72.00	360,000
	กม. 1+000 - กม. 1+675	8.71	7.61	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,539,000
ถนนประชาร่วมใจ 2 (ตอนเหนือ)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.95	3.87	ฉาบผิวทางลาดยาง	72.00	360,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	7.34	6.74	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		2,280,000
	กม. 2+000 - กม. 2+350	4.35	4.63	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		546,000
ถนนเลียบคลองหนึ่งตอนต้น	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	3.70	ฉาบผิวทางลาดยาง	61.98	360,000
	กม. 1+000 - กม. 1+750	4.76	4.63	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,170,000
ถนนซอยอิสรางกูล	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.33	4.95	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	70.40	1,300,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
องค์การบริหารส่วนตำบลบางคูลัด						
สายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันออก	กม. 0+000 - กม. 0+600	10.11	8.61	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	73.00	1,368,000
สายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 0+550	3.31	3.80	ฉาบผิวทางลาดยาง	56.60	198,000
ถนนสายสุดใจพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.07	4.70	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	73.00	1,560,000
	กม. 1+000 - กม. 1+550	6.59	6.13	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,254,000
ถนนสายเลียบคลองนายแฉ่ง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.98	2.95	บำรุงปกติ	47.40	36,000
เลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.3	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.22	6.61	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	2,280,000
	กม. 1+000 - กม. 1+125	6.84	5.63	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		285,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
เลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.2,7	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.31	4.81	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	1,560,000
	กม. 1+000 - กม. 1+375	9.01	8.17	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		855,000
เลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันตก ม.1,2	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.83	6.68	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	73.00	2,280,000
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 0+925	5.46	5.16	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	73.00	2,109,000
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งใต้	กม. 0+000 - กม. 1+000	8.43	7.35	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	2,280,000
	กม. 1+000 - กม. 1+300	8.96	7.72	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		684,000
ถนนเกตุอ่ำพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.56	6.40	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	72.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+375	5.7	5.71	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		712,500
ถนนสายเลียบคลองตาชม ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.2	5.94	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	71.00	1,900,000
	กม. 1+000 - กม. 1+200	7.1	7.45	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		380,000

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น	วิธีการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ (100 คะแนน)	งบประมาณซ่อมบำรุง (บาท)
ถนนบ้านหนองกางเขน - บ้านเต็มรัก	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.59	5.02	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	52.86	2,280,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.84	4.99	เสริมผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		1,560,000
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.34	2.95	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 3+000 - กม. 4+000	3.17	2.75	บำรุงปกติ		36,000
	กม. 4+000 - กม. 4+358	2.84	1.32	บำรุงปกติ		12,888

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

การสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายในบางสายทางไม่สามารถจัดเก็บข้อมูลปริมาณความเสียหายได้อย่างละเอียด เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล อีกทั้งข้อมูลดัชนีความเรียบสากล (IRI) เป็นข้อมูลที่ได้มีการสำรวจในช่วงเวลาที่แตกต่างกันซึ่งอาจจะส่งผลต่อการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต่างๆ

แบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมานั้นจะแสดงถึงประเภทความเสียหาย 6 ประเภท ได้แก่ หลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยแตกร้าว รอยปะซ่อม และผิวทางหลุดร่อน ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมประเภทความเสียหายของผิวจราจรลาดยางทั้งหมด แต่ถือว่าเป็นประเภทความเสียหายหลักที่พบมากที่สุดสำหรับผิวจราจรลาดยาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

สืบเนื่องมาจากหลักเกณฑ์ในการซ่อมบำรุงทางของแต่ละองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นมีความแตกต่างกัน และส่วนใหญ่ไม่มีระบบหรือแบบแผนในการดำเนินงานเพื่อวางแผนการซ่อมบำรุงถนน จึงไม่สามารถพิจารณาได้ว่าถนนเส้นนั้นๆ มีสภาพความเสียหายอยู่ในระดับใด ซึ่งส่วนใหญ่ อปท. จะพิจารณาซ่อมแซม เมื่อมีประชาชนมาร้องเรียนหรือมีความเสียหายหนักเกิดขึ้นเท่านั้น

การดำเนินการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ได้มีการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นต้นแบบในการดำเนินงาน ทำให้เกิดมาตรฐานและเป็นไปตามหลักวิชาการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสำรวจและประเมินสภาพสายทาง รวมถึงสำรวจค่าดัชนีความเรียบสากล (IRI) โดยทำการรวบรวมข้อมูลการสำรวจทั้ง 2 ประเภท และบันทึกข้อมูลโดยกำหนดช่วงการสำรวจข้อมูล (Control Section) ทุก 1,000 เมตร สำหรับสายทางในความรับผิดชอบขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นภายในเขตพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ซึ่งประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี องค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง องค์การบริหารส่วนตำบลทวีวัฒนา องค์การบริหารส่วนตำบลบางคูลัด รวมทั้งสิ้น 41 เส้นทาง มีระยะทาง 76.991 กิโลเมตร คิดเป็น 23 % ของถนนผิวจราจรลาดยางทั้งหมด ภายในจังหวัดนนทบุรี จากนั้นได้มีการจำแนกประเภทความเสียหายของถนนออกเป็น 6 ประเภท ประกอบด้วยความเสียหายประเภทหลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยปะซ่อม ผิวทางหลุดร่อน และรอยแตกร้าว โดยอ้างอิงลักษณะและประเภทของความเสียหายจากสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการสำรวจสภาพสายทาง มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น คือ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนักต่อพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมด (X) ซึ่งประกอบด้วยความเสียหายประเภทหลุมบ่อ ทรุดตัวเป็นแอ่ง ร่องล้อ รอยแตกร้าว และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบาต่อพื้นที่ผิวจราจรทั้งหมด (Y) ซึ่งประกอบด้วยความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม และผิวทางหลุดร่อน กับตัวแปรตาม คือค่าดัชนีความเรียบสากล (IRI) ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS) และสามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นสมการความสัมพันธ์ คือ LRCI = 1.099 + 0.155X + 0.122Y โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเป็น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

0.902 และสามารถร่วมกันพยากรณ์ค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นได้ร้อยละ 81.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์ เท่ากับ $\pm$0.75

การพิจารณาวิธีการซ่อมบำรุงสายทางให้สอดคล้องกับสภาพความเสียหายและหลักวิศวกรรม เช่น การซ่อมบำรุงปกติ การฉาบผิวลาดยาง การเสริมผิวลาดยางแอสฟัลติกคอนกรีต การซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลติกคอนกรีต จะพิจารณาจากระดับความเสียหายของแต่ละสายทาง เนื่องจากสายทางที่ชำรุดเสียหายมาก จะต้องได้รับการซ่อมบำรุงก่อน ซึ่งจะพิจารณาจากค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมา รวมถึงการกำหนดหลักเกณฑ์ในการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเกณฑ์ในการพิจารณาออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ด้านวิศวกรรม (ความเสียหายของสายทาง) คิดเป็น 60 คะแนน และปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม คิดเป็น 40 คะแนน (พิจารณาจากสถานที่สำคัญ เช่น สถานที่ราชการ โรงงาน สถานพยาบาล ชุมชน ที่ถนนตัดผ่าน เป็นต้น) พร้อมทั้งการคำนวณงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรม เพื่อเป็นค่าเบื้องต้นในการพิจารณาซ่อมบำรุงถนนต่อไป

จากงานวิจัยที่มีการดำเนินงานตั้งแต่การสำรวจ จัดเก็บข้อมูลสภาพความเสียหายของสายทาง การสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น การพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม การจัดลำดับความสำคัญ และการคำนวณงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุง โดยมีตัวอย่างการคำนวณเพื่อจัดทำแผนงานซ่อมบำรุง พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมสำหรับใช้คำนวณค่าต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Excel เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งานจริง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและวิจัย เรื่องการสร้างดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น อย่างเป็นขั้นตอนและมีความชัดเจน อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือผู้ที่นำไปใช้งานจริง ซึ่งสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ของประเทศไทย ทั้งถนนผิวทางลาดยางและผิวทางคอนกรีต เพื่อให้สามารถนำดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ไปประยุกต์ใช้จัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในการศึกษานี้เป็นการรวบรวมข้อมูลสภาพสายทาง ลักษณะความเสียหาย ตลอดจนวิธีการซ่อมบำรุง ที่เหมาะสมกับทางหลวงท้องถิ่นเท่านั้น เมื่อต้องการนำไปใช้กับทางหลวงประเภทอื่นนอกเหนือจากขอบเขตข้อจำกัดในการศึกษาวิจัยนี้ หรือมีการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาแบบจำลองให้สอดคล้องกับความต้องการ และสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการวางแผนงานซ่อมบำรุงทาง อย่างไรก็ตาม การวางแผนงานซ่อมบำรุงทางขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรให้ความสำคัญกับแบบจำลองดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น ในการประเมินสภาพทางให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงทรัพยากร และบุคลากรของแต่ละหน่วยงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทางหลวงชนบท. 2550. **รายงานสำหรับผู้บริหาร โครงการพัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงทาง**. ม.ป.ท.

_____. 2552. **รายงานสำหรับผู้บริหาร โครงการศึกษาและจัดทำระบบบริหารงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น**.

กชกร โง้วศิริ. 2543. **การกำหนดคาบเวลางานเสริมผิวแอสฟัลท์โดยการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของถนน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. **หลักสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่ 7. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

บุญชม ศรีสะอาด. 2547. **วิธีการทางสถิติสาหรับการวิจัย เล่ม 1.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สุวีริยาสาส์น, กรุงเทพฯ.

ฐากูร จันทราภรณ์. 2544. **การศึกษาการซ่อมบำรุงผิวทางในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิศว์ รัตนโชติ และวิศณุ ทรัพย์สมพล. 2544. **การพัฒนาดัชนีสภาพทางเพื่อใช้ในการบำรุงทางหลวงชนบท**. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ

สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง. 2550. **รายงานขั้นสุดท้าย โครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทางพื้นที่ภาคกลาง.**

British Columbia Ministry of Transportation. 2002. **Pavement Surface Condition Rating Manual**. Second Edition. Geoplan Consultants Inc., Victoria, B.C.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dewan, S.A. and R.E. Smith. 2005. Valuing pavement network assets and use of values as decision supports. **Journal of Infrastructure Systems ©ASCE** 11 (4): 202–210.

George, K.P., A.S. Rajagopal and L.K. Lim. 1989. **Models for Predicting Pavement Deterioration**. National Research Council, Washington D.C.

Paterson, W D O. 1987. **Road Deterioration and Maintenance Effects**. World Bank, United States of America.

Saraf, C.L. 1998. **Pavement Condition Rating System: Review of PCR Methodology**. The U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, n.p.

Washington State Department of Transportation. **Pavement Condition Rating Systems, WSDOT Pavement Management System (adapted from WSDOT, 1999)** , n.p.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มที่ใช้ในการสำรวจและประเมินสภาพสายทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบฟอร์มการสำรวจและประเมินสภาพทาง

รหัสสายทาง .....

ชื่อสายทาง .....

ตำบล .....

อำเภอ .....

จังหวัด .....

ระยะทาง ..... กม.

หน่วยงาน .....

ประจำปี 25.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. ข้อมูลลักษณะทาง (Road Inventory Data)

รหัสสายทาง ..... ชื่อสายทาง .....

อำเภอ ..... จังหวัด .....

รายละเอียดสายทาง ....

ความกว้างผิวทางจราจร ..... ม. จำนวนช่องจราจร .....ช่อง

ความกว้างไหล่ทาง ..... ม.

ประเภทผิวทางลาดยาง ระยะทาง .....กม.

ประเภทผิวทางคอนกรีต ระยะทาง .....กม.

ประเภทผิวทางลูกรัง ระยะทาง .....กม.

ระยะทางทั้งสิ้น ..... กม.

เขตทาง ..... เมตร

ปริมาณจราจร ..... คันต่อวัน

จำนวนสะพาน ..... แห่ง

จำนวนท่อลอด ..... แห่ง

สถานที่สำคัญในสายทาง

- ○ สถานที่ศึกษา ..... แห่ง
- ○ สถานที่ราชการ ..... แห่ง
- ○ แหล่งท่องเที่ยว ..... แห่ง
- ○ แหล่งอุตสาหกรรม ..... แห่ง
- ○ อื่นๆ .....
- ○ แหล่งชุมชน ที่พักอาศัย .....แห่ง
- ○ โรงพยาบาล สถานีอนามัย .....แห่ง
- ○ ย่านเกษตรกรรมและปศุสัตว์.....แห่ง
- ○ วัด มัสยิด โบสถ์..... แห่ง

หน่วยงาน .....

วันที่สำรวจ ..... เดือน..... พ.ศ. .....

ลงชื่อ.....ผู้สำรวจ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. สรุปปริมาณความเสียหายอย่างละเอียด

หน่วยงาน ..... วันที่สำรวจ .....

รหัสสายทาง ..... ชื่อสายทาง .....

ประเภทความเสียหาย	ตำแหน่ง	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	พื้นที่ความเสียหาย (ตร.ม.)	หมายเหตุ
1. หลุมบ่อ	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
2. ทรุดตัวเป็นแอ่ง	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
3. ร่องล้อ	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				
	กม.____+.....				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. สรุปปริมาณความเสียหายอย่างละเอียด (ต่อ)

หน่วยงาน ..... วันที่สำรวจ .....

รหัสสายทาง ..... ชื่อสายทาง .....

ประเภทความเสียหาย	ตำแหน่ง	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	พื้นที่ความเสียหาย (ตร.ม.)	หมายเหตุ
4.รอยปะซ่อม	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
5.ผิวทางหลุดร่อน	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
6.รอยแตกร้าว	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				
	กม.....+.....				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงปริมาณความเสียหายของสายทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 ปริมาณความเสียหายของสายทาง

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี								
บ้านปลายบาง - บ้านศาลากลาง	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.17	200	60	-	700	453	88
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.39	75	143	-	786	170	-
บ้านเขมร - บ้านใหม่	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.39	355	15	774	-	-	184
	กม. 1+000 - กม. 1+375	7.75	127	252	450	-	-	20
บ้านวังข่า - วัดสิงห์ทอง	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.37	20	400	-	500	450	300
	กม. 1+000 - กม. 1+200	3.58	50	19	-	50	80	20
เคหะการเกษตร	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.36	-	170	150	700	-	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.92	20	100	-	800		-
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.99	360	300	-	320	500	-
	กม. 3+000 - กม. 3+725	5.95	150	-	-	800	150	200

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ท่าน้ำนนทบุรี – วัดโบสถ์ดอนพรหม	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.27	120	400	150	400	180	30
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.79	54	289	322	650	378	-
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.93	120	300	-	650	450	-
	กม. 3+000 - กม. 4+000	4.93	30	260	-	800	480	-
	กม. 4+000 - กม. 4+550	2.7		-	-	400		-
วัดโคนอน - สะพานเฉลิมศักดิ์	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.24	120	600	-	750	150	-
	กม. 1+000 - กม. 1+350	5.35	120	20	-	250	200	-
วัดสุนทรธรรมมิการาม - วัดส้มเกลี้ยง	กม. 0+000 - กม. 1+000	6.31	299	49	-	1300	285	-
	กม. 1+000 - กม. 1+900	8.45	330	190	-	1200	180	500

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนเลียบคลองประปา (ตอนที่ 4)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.6	39	65	-	1100	100	90
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.5	-	-	-	150	-	-
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.98	110	-	-	900	179	40
	กม. 3+000 - กม. 4+000	2.72	-	-	-	450	-	-
	กม. 4+000 - กม. 4+358	3.66	50	-	-	260	30	
	องค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี							
ถนนสายบ้านคลองแขก-บ้านคลองพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.81	-	-	-	721	160	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.96	30	-	-	769	100	-
	กม. 2+000 - กม. 2+900	3.17	100	160	-	645	-	-
ถนนสายบ้านคลองสิบศอก-บ้านคลองพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.64	115	89	-	789		-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	4.26	30	108	-	956	-	280
	กม. 2+000 - กม. 2+600	4.2	107	57	-	465	138	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนบ้านคลองพระพิมล-สถานีอนามัยวัดยอดพระพิมล	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	78	92	-	745	-	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.43	98	74	-	821	23	-
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.78	70	66	-	800		20
ซอยคลองดอน	กม. 0+000 - กม. 0+800	2.54	-	-	-	600	-	-
ถนนสายสถานีอนามัยวัดยอดพระพิมล -บ้านคลองโต๊ะนุ้ย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.76	417	407	-	285	50	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	2.85	60	285	-	522	-	-
ถนนสายบ้านคลองโต๊ะนุ้ย-บ้านคลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.54	70	-	-	900		50
	กม. 1+000 - กม. 1+700	4.08	30	160	-	650	20	-
ถนนสายบ้านคลองหม่อมแช่ม-วัดบึงลาดสวาย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	125	40	-	730	540	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	3.99	43	240	-	800	125	-
	กม. 2+000 - กม. 3+000	4.34	50	540	120	500	200	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนสายไทรน้อย - คลองตาคล้าย	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.19	-	-	-	975	-	-
	กม. 1+000 - กม. 1+600	2.73	-	-	-	500	-	-
ถนนสายโรงปุ๋ย - คลองขวาง	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.44	128	70	-	750	60	350
	กม. 1+000 - กม. 1+600	4.11	-	-	-	780	36	-
ถนนสายเลียบคลองขวางตะวันออก	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.41	300	200	-	750	180	120
	กม. 1+000 - กม. 1+600	6.18	-	-	-	400	40	800
ถนนสายเลียบคลองขวางตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.06	-	-	-	1000	-	-
	กม. 1+000 - กม. 1+900	2.64	-	-	-	550	-	-
ถนนเลียบคลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.53	-	-	-	500	220	1,000
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.43	90	55	-	500	330	1,250
ถนนสายโรงหอม - คลองขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.51	36	90	-	650	200	200
	กม. 1+000 - กม. 1+400	6.71	120	100	-	400	-	350

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนสายเลียบคลองนาหมอน 6 หลัง	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.62	50	220	-	450	600	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.02	420	200	105	300	204	450
	กม. 2+000 - กม. 2+100	3.6	-	60	-	50	-	-
องค์การบริหารส่วนตำบลคลองขวาง								
ถนนสายคลองนาหมอน - ตลาดขุนศรี	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.1	40	155	-	366	26	254
	กม. 1+000 - กม. 2+000	6.25	445	120	150	600	100	
ถนนสายสหกรณ์ – บ้านคลองห้าร้อย	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.39	-		-	500		
	กม. 1+000 - กม. 1+900	3.35	80	40	-	900	-	-
ถนนสายภายในหมู่บ้านหมู่ที่ 2	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.48	30	20	-	300	26	95
	กม. 1+000 - กม. 1+300	4.08	25	16	-	250	10	36
องค์การบริหารส่วนตำบลทวีวัฒนา								
ถนนประชาร่วมใจ 1 (ตอนใต้)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.69	98	22	-	866	88	258
	กม. 1+000 - กม. 1+675	8.71	180	81	-	1,000	-	560

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนประชาร่วมใจ 2 (ตอนเหนือ)	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.95	80	160	155	300	222	257
	กม. 1+000 - กม. 2+000	7.34	130	280	168	1,250	114	336
	กม. 2+000 - กม. 2+350	4.35	15	17	-	350	123	-
ถนนเลียบคลองหนึ่งตอนต้น	กม. 0+000 - กม. 1+000	3.38	69	25	-	819	100	20
	กม. 1+000 - กม. 1+750	4.76	53	40	-	879	67	-
ถนนซอยอิสรางกูล	กม. 0+000 - กม. 1+000	4.33	129	78	-	833	224	32
องค์การบริหารส่วนตำบลบางคูลัด								
ถนนสายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันออก	กม. 0+000 - กม. 0+600	10.11	200	638	60	200	200	620
ถนนสายเลียบคลองบางไทร ฝั่งตะวันตก	กม. 0+000 - กม. 0+550	3.31	50	36	-	488	-	-
ถนนสายสุดใจพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.07	200	92	200	493	21	500
	กม. 1+000 - กม. 1+550	6.59	42	128	26	826	41	22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนสายเลียบคลองนายแฉ่ง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	2.98			-	699	20	
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.3	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.22	250	200	-	1298	35	456
	กม. 1+000 - กม. 1+125	6.84	50	22	-	100	30	30
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันออก ม.2,7	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.31	462	132	20	550	-	346
	กม. 1+000 - กม. 1+375	9.01	298	121	70	380	-	200
ถนนสายเลียบคลองโต๊ะใหม่ ฝั่งตะวันตก ม.1,2	กม. 0+000 - กม. 1+000	7.83	58	251	-	1046	274	750
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 0+925	5.46	8	45	-	1,300	63	65
ถนนสายเลียบคลองนายบาง ฝั่งใต้	กม. 0+000 - กม. 1+000	8.43	184	321	-	1,466	187	383
	กม. 1+000 - กม. 1+300	8.96	190	45	-	377	55	145

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ชื่อสายทาง	กม. เริ่มต้น - กม. สิ้นสุด	ดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)	ข้อมูลความเสียหาย (ตร. ม.)					
			หลุมบ่อ	ทรุดตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกร้าว	รอยปะซ่อม	ผิวทางหลุดร่อน
ถนนเกตุอ่ำพัฒนา	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.56	100	551	-	1,000		75
	กม. 1+000 - กม. 1+375	5.7	40	255	130	85	25	35
ถนนสายเลียบคลองตาชมฝั่งเหนือ	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.2	33	8	-	1,500	27	
	กม. 1+000 - กม. 1+200	7.1	50	30	-	200	110	55
ถนนบ้านหนองกางเขน - บ้านเต็มรัก	กม. 0+000 - กม. 1+000	5.59	200	470	100	550	250	-
	กม. 1+000 - กม. 2+000	5.84	150	70	-	1000	120	246
	กม. 2+000 - กม. 3+000	3.34	50	100	-	250	400	-
	กม. 3+000 - กม. 4+000	3.17	420	120	-	100		-
	กม. 4+000 - กม. 4+358	2.84			-	30	-	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้วิจัยได้จัดทำตัวอย่างการคำนวณแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น โดยยกตัวอย่างข้อมูลการสำรวจ สายทางโรงหอม - คลองขุนศรี ซึ่งเป็นสายทางในความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลขุนศรี สามารถสรุปความเสียหายได้ ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค1

ตารางผนวกที่ ค1 สรุปความเสียหายจากการสำรวจภาคสนาม

กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	หลุมบ่อ (ตร.ม.)	ทรุดตัวเป็นแอ่ง (ตร.ม.)	ร่องล้อ (ตร.ม.)	รอยแตกร้าว (ตร.ม)	รอยปะซ่อม (ตร.ม.)	ผิวทางหลุดร่อน (ตร.ม.)
0.000	1.000	36	90	-	650	200	200
1.000	1.400	120	100	-	400	-	350

จากข้อมูลการสำรวจสามารถนำมาสรุปเป็นข้อมูลความเสียหายจำแนกตามประเภทความเสียหายหนักและความเสียหายเบาโดยคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค2

ตารางผนวกที่ ค2 สรุปเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหาย

กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	พื้นที่ความเสียหายหนัก (ตร.ม.)	พื้นที่ความเสียหายเบา (ตร.ม)	พื้นที่ความเสียหายหนัก (%)	พื้นที่ความเสียหายเบา (%)	พื้นที่ความเสียหายรวม (%)
0.000	1.000	5.000	776	400	15.52	8.00	23.52
1.000	1.400	5.000	620	350	31.00	17.50	48.50

หลังจากที่ได้มีการสรุปข้อมูลความเสียหายแล้ว จะต้องนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนัก และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบา มาคำนวณค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่นจากสมการ

$$LRCI = 1.099 + 0.155X + 0.122Y$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่

LRCI = ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น

X = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายหนักต่อพื้นที่ผิวจราจร

Y = เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหายเบาต่อพื้นที่ผิวจราจร

ซึ่งจากข้อมูลสรุปเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ความเสียหาย ตามตารางผนวกที่ ค2 สามารถคำนวณค่าในแต่ละช่วง ดังนี้

ช่วง กม. 0+000 ถึง 1+000

X = ((36 + 90 + 650)/(1000x5.000)) x100 = 15.52

Y = ((200 + 200)/(1000x5.000)) x100 = 8.00

LRCI = 1.099 + 0.155(15.52) + 0.122(8.00) = 4.48

ช่วง กม. 1+000 ถึง 1+400 ช่วง กม. 1+000 ถึง 1+400

X = ((120 + 100 + 400)/(400x5.000)) x100 = 31.00

Y = ((350)/(400x5.000)) x100 = 17.50

LRCI = 1.099 + 0.155(31.00) + 0.122(17.50) = 8.04

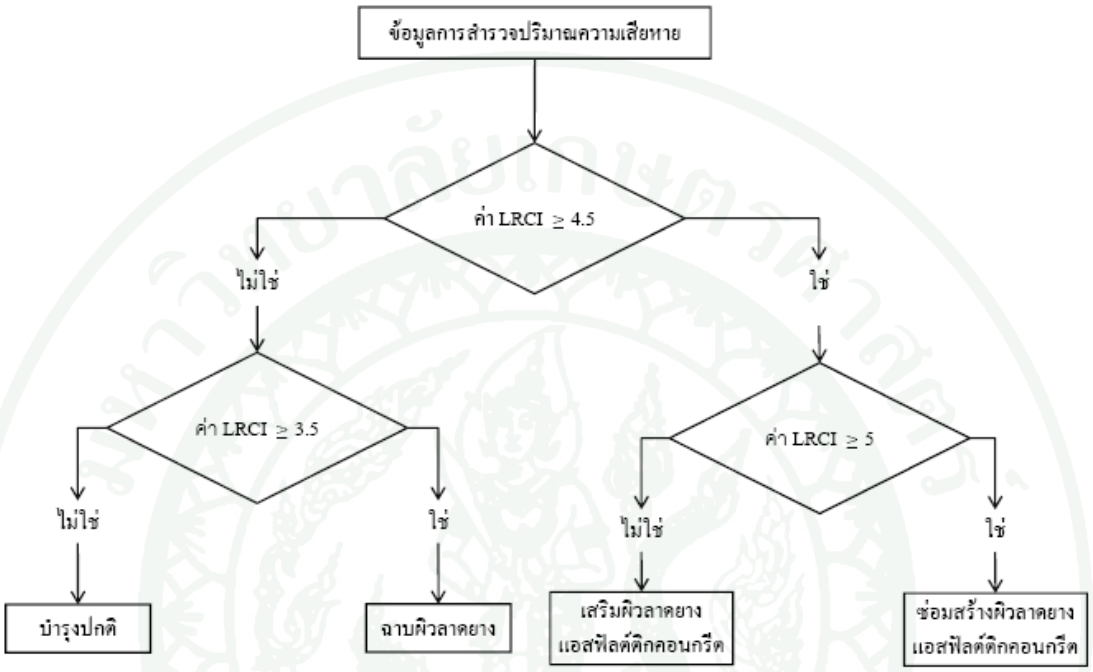
หลังจากการคำนวณค่า LRCI แต่ละ Section เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น จะต้องนำค่า LRCI ของแต่ละ Section มาหาค่าเฉลี่ย เพื่อเป็นตัวแทนของสายทาง เพื่อใช้สำหรับคำนวณค่าคะแนนในการจัดลำดับความสำคัญต่อไป

ตารางผนวกที่ ค3 แสดงค่า LRCI ซึ่งแบ่งเป็นช่วง ช่วงละ 1 กิโลเมตร ตลอดเส้นทาง

กม.เริ่มต้น	กม.สิ้นสุด	ค่า LRCI
0.000	1.000	4.48
1.000	1.400	8.04
	ค่าเฉลี่ย	6.26

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การคัดเลือกวิธีการซ่อมบำรุงจะอาศัยข้อมูลจากค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) เทียบกับเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกวิธีการซ่อมบำรุงสายทาง ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค1



ภาพผนวกที่ ค1 การวิเคราะห์สภาพความเสียหายเพื่อกำหนดกิจกรรมการซ่อมบำรุง

ที่มา: กรมทางหลวงชนบท (2552)

จากข้อมูลการคำนวณค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) จะสามารถวิเคราะห์หาวิธีการซ่อมบำรุงได้จากภาพผนวกที่ ค1 โดยการพิจารณาเป็นช่วง ช่วงละ 1 กิโลเมตร และสรุปได้ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค3

ตารางผนวกที่ ค4 แสดงผลการวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุง

กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	วิธีการประเมิน	ประเภทการซ่อมบำรุง
0.000	1.000	$3.5 \leq$ ค่า LRCI < 4.5	ฉาบผิวลาดยาง
1.000	1.400	ค่า LRCI ≥ 5	ซ่อมสร้างผิวลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการสำรวจ และจัดเก็บข้อมูลภาคสนาม รวมถึงการวิเคราะห์ และคำนวณค่าต่างๆ ที่ผ่านมา ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญทางด้านวิศวกรรม และด้านเศรษฐกิจและสังคม ได้ดังแสดงในตารางผนวกที่ ค5 และสามารถสรุปเป็นแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น สายทางโรงหอม - คลองขุนศรี ได้ดังตารางผนวกที่ ค6

\

ตารางผนวกที่ ค5 แสดงการหาค่าคะแนนความสำคัญ

ค่าลำดับความสำคัญ (100 %)	วิธีการคำนวณ	คะแนน
ดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) (60%)	LRCI > 5.00	60
เศรษฐกิจและสังคม (40%)		14
- ปริมาณจราจร 300 คันต่อวัน	5	
- แหล่งชุมชน 2 ครัวเรือน	5	
- สถานศึกษา 1 แห่ง	1	
- สถานที่ราชการ 1 แห่ง	1	
- โรงพยาบาล สถานีอนามัย 1 แห่ง	1	
- วัด มัสยิด โบสถ์ 1 แห่ง	1	
รวม (100 %)		74

ตารางผนวกที่ ค6 สรุปการจัดทำแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่น

กม. เริ่มต้น	กม. สิ้นสุด	ประเภทการซ่อมบำรุง	คะแนนความสำคัญ ด้านวิศวกรรม	คะแนนความสำคัญ ด้านเศรษฐกิจและสังคม
0.000	1.000	ฉาบผิวลาดยาง	60	14
1.000	1.400	ซ่อมสร้างผิวลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต		
		รวม	74	

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับสายทางอื่นก็สามารถคำนวณได้ตามวิธีการดังกล่าวข้างต้นเช่นเดียวกัน แล้วนำแต่ละสายทางมาจัดลำดับความสำคัญในแต่ละพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามค่าคะแนนความสำคัญรวม และสรุปเป็นแผนงานซ่อมบำรุงทางหลวงท้องถิ่นต่อไป

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับช่วยคำนวณค่าต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งานจริง บนระบบปฏิบัติการ Microsoft Excel ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องกรอกข้อมูลการสำรวจเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามพื้นที่ที่แรเงาและมีเส้นประครอบไว้ จากนั้นโปรแกรมจะประมวลผลข้อมูลออกมาโดยอัตโนมัติ โดยโปรแกรมจะมีส่วนประกอบทั้งหมด 3 ส่วน คือ

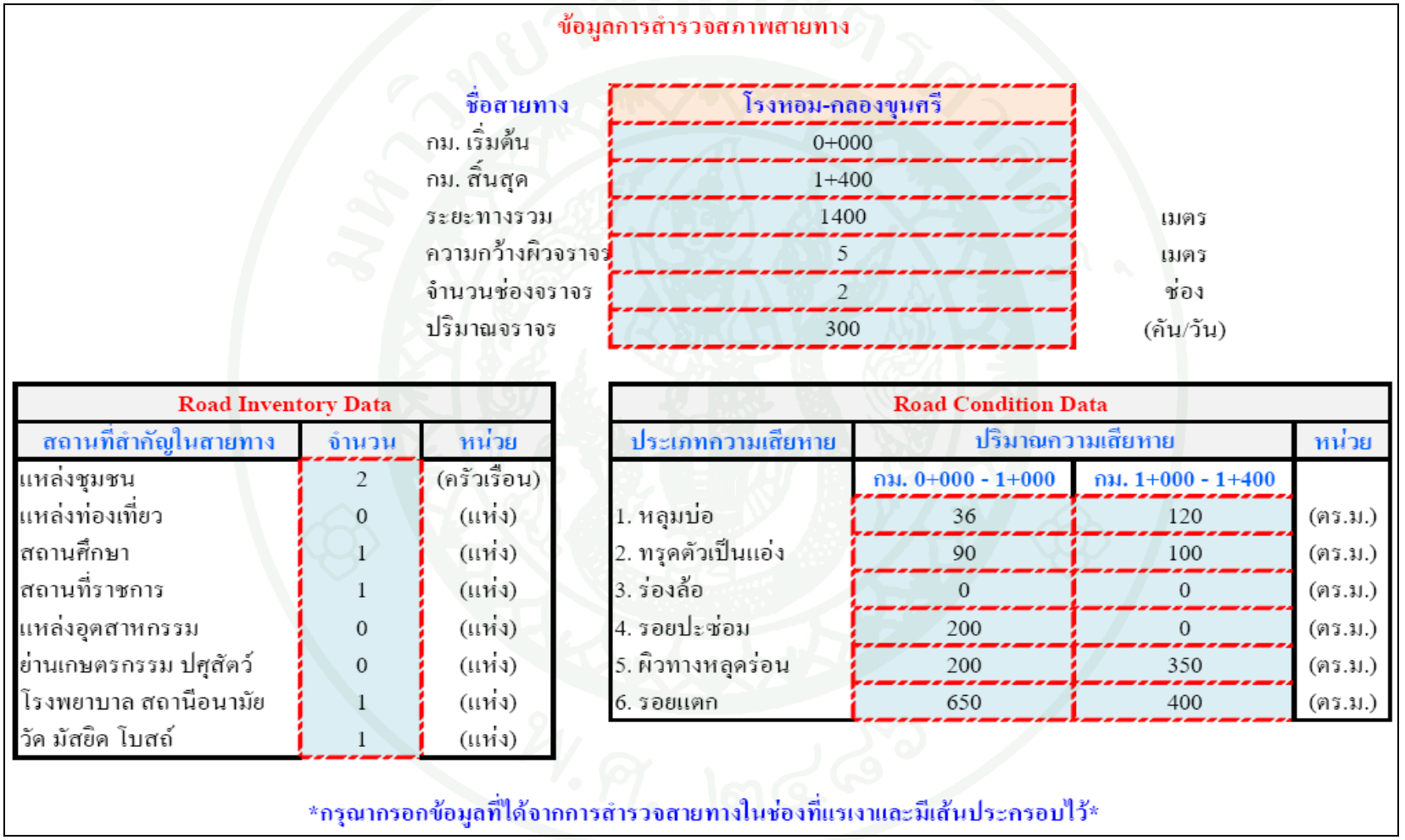
1. ข้อมูลการสำรวจ เป็นหน้าจอที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนาม เช่น ข้อมูลลักษณะสายทาง สถานที่สำคัญ ประเภทและลักษณะของความเสียหาย ลงในพื้นที่ที่แรเงาและมีเส้นประครอบไว้ โดยมีตัวอย่างการกรอกข้อมูล ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค2

2. การวิเคราะห์ผล เป็นหน้าจอที่ใช้แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโดยโปรแกรมจะคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายนักและความเสียหายเบา เพื่อนำไปคำนวณค่าดัชนีประเมินสภาพทางหลวงท้องถิ่น (LRCI) และวิธีการซ่อมบำรุง และราคาซ่อมบำรุง รวมถึงการคำนวณค่าน้ำหนักคะแนน เพื่อนำไปจัดลำดับความสำคัญต่อไป ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค3

3. รายงานผลข้อมูลการสำรวจ เป็นหน้าจอที่ใช้สำหรับสรุปผลการสำรวจและวิเคราะห์ผลโดยจะนำข้อมูลที่สำคัญของสายทางมาสรุปรวมไว้ เพื่อให้สำหรับการนำเสนอต่อผู้บริหารในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ดังแสดงในภาพผนวกที่ ค4

ในการนี้ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ถนนที่มีความยาวไม่เกิน 2 กิโลเมตร ซึ่งหากมีกรณีที่ถนนมีระยะทางมากกว่า 2 กิโลเมตร ผู้ใช้งานสามารถเพิ่มช่องการกรอกข้อมูลปริมาณความเสียหายภายในโปรแกรมได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ ค2 หน้าจอการกรอกข้อมูลการสำรวจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

กม. เริ่มต้น - สิ้นสุด	ระยะทาง (ม.)	ความกว้างผิวจราจร (ม.)	% พื้นที่ความเสียหายหนัก	% พื้นที่ความเสียหายเบา	LRCI	ประเภทการซ่อมบำรุง	ราคาซ่อมบำรุง (บาท)
0+000 - 1+000	1000	5	15.52	8.00	4.48	ฉาบผิวทางลาดยาง	300,000.00
1+000 - 1+400	400	5	31.00	17.50	8.04	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	760,000.00

ค่าเฉลี่ย LRCI = 6.26

ด้านวิศวกรรม	คะแนน
RCI < 5	0
RCI ≥ 5	60
รวม	60.00

ด้านเศรษฐกิจและสังคม	คะแนน
ปริมาณจราจร	5
แหล่งชุมชน	5
แหล่งท่องเที่ยว	0
สถานศึกษา	1
สถานที่ราชการ	1
แหล่งอุตสาหกรรม	0
ย่านเกษตรกรรม ปศุสัตว์	0
โรงพยาบาล สถานีอนามัย	1
วัด มัสยิด โบสถ์	1
รวม	14

กรุณากรอกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสายทางในช่องที่แรเงาและมีเส้นประกรอบไว้

ภาพผนวกที่ ค3 หน้าจอการวิเคราะห์ข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายงานผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูล

ชื่อสายทาง โรงหอม-คลองขุนศรี

กม.เริ่มต้น - กม.สิ้นสุด	ค่า LRCI	ประเภทการซ่อมบำรุงที่แนะนำ	ราคาซ่อมบำรุง
0+000 - 1+000	4.48	ฉาบผิวทางลาดยาง	300,000.00
1+000 - 1+400	8.04	ซ่อมสร้างผิวทางลาดยางแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	760,000.00
.....			

ค่าคะแนนความสำคัญ

- ด้านวิศวกรรม	60.00	คะแนน
- ด้านเศรษฐกิจและสังคม	14.00	คะแนน
รวมคะแนนความสำคัญ	74.00	คะแนน

ลงชื่อ .....

( )

ผู้วิเคราะห์ข้อมูล

ภาพผนวกที่ ค4 หน้าจอการรายงานผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายนิติกร คล้ายชม
เกิดวันที่	วันที่ 3 พฤศจิกายน 2525
สถานที่เกิด	จ.อุตรดิตถ์
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(โยธา) มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรโยธา
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักส่งเสริมการพัฒนาทางหลวงท้องถิ่น กรมทางหลวงชนบท
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	–
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	–

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์