



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
ปริญญา

วิศวกรรมโยธา	วิศวกรรมโยธา
สาขา	ภาควิชา

เรื่อง ระบบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท

Pavement Maintenance Prioritization System for Rural Roads

นามผู้วิจัย นายปิยนิตย์ มะลิตอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก (รองศาสตราจารย์สุธาริน สถาปัตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (ศาสตราจารย์วิโรจน์ รุโจปการ, Dr.Ing.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (รองศาสตราจารย์ไยอนงค์ ทิมสุวรรณ, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา (รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทวางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ระบบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท

Pavement Maintenance Prioritization System for Rural Roads

โดย

นายปิยนิตย์ มะลิทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

พ.ศ. 2552

ปิยนิตย์ มะลิทอง 2552: ระบบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษา
ทางหลวงชนบท ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์สุธาริน สถาปัตตานนท์, Ph.D. 153 หน้า

กรมทางหลวงชนบทมีสายทางในความรับผิดชอบที่ต้องบำรุงรักษาเป็นจำนวนมาก แต่การซ่อมบำรุงทุกสายทางให้ทันกับเวลาและความต้องการนั้นกระทำได้ยาก เนื่องจากข้อจำกัด ด้านงบประมาณ ดังนั้นในการวางแผนงานบำรุงรักษาสายทางต้องมีการจัดลำดับให้สายทางที่มีความจำเป็นมากได้รับการซ่อมบำรุงก่อน และต้องใช้ดัชนีประเมินคุณภาพทางที่เหมาะสม เพื่อให้ผลคะแนนที่ได้แสดงถึงความจำเป็นในการซ่อมบำรุงและเป็นการจัดสรรงบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองจัดลำดับบำรุงสายทาง และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับจัดลำดับความสำคัญสายทางของงานบำรุงรักษาทาง โดยปรับปรุงรูปแบบการใช้ดัชนีในการพิจารณาให้มีการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรม เศรษฐกิจ และสังคมร่วมกัน ดัชนีทั้งหมดประกอบด้วย ดัชนีสภาพความเสียหายผิวทาง ดัชนีความเรียบ อายุทาง ปริมาณจราจร สถานที่สำคัญและแหล่งชุมชน คุณภาพในการขับขี่ ความถี่ของผิวทาง อัตราส่วนกิจกรรมทางสังคมต่อเงินลงทุนและอัตราการเกิดอุบัติเหตุ รวมทั้งได้เสนอแนวทางการ กำหนดน้ำหนักความสำคัญและดัชนีที่ใช้ในแบบจำลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นจะทำให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของการบำรุงรักษาสายทาง ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง รวมถึงการแสดงผลข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ของเส้นทาง ทั้งนี้เพื่อให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน มากขึ้น ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนเลือกกลุ่มดัชนีและน้ำหนักในการวิเคราะห์ได้ตามความเหมาะสม จากการทดสอบการทำงานพบว่าโปรแกรมมีความถูกต้องในการคำนวณ และมีการแสดงผลที่ เข้าใจง่าย จึงช่วยให้การวางแผนงานบำรุงรักษาทางมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Piyanit Malithong 2009: Pavement Maintenance Prioritization System
for Rural Roads. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field:
Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor:
Associate Professor Sutharin Sthapitanonda, Ph.D. 153 pages.

Department of Rural Roads is responsible for pavement maintenance; however certain routes may not receive appropriate maintenance due to government annual budget constraint. Frequently, the responsible authority is obliged to effectively prioritize the pavement maintenance. The score results of the developed model should represent the maintenance necessity and should be used for budget prioritization. The objectives of this research are to develop the pavement maintenance prioritization model and to develop computer program used for pavement maintenance prioritization. The prioritizing criteria as model input considered in this research comprise of Road Condition Index (RCI), International Roughness Index (IRI), Pavement aging, Traffic Volume, Community and Famous Places to increase indexes consideration that are Present Serviceability Index (PSI), Skid Resistance, Benefit – Cost Ratio and Accident Rate in order to cover socio-economic factor. The results from the developed computer program show the pavement maintenance score and ranking, maintenance cost and the pavement geographic data. The computer program was validated with the hand calculation.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุธาริน สถาปิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ รุโงปการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.ไยอนงค์ ทิมสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนทางด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ศึกษาวิทยานิพนธ์นี้

ประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ บิดา มารดา อาจารย์ และเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจและสนับสนุนผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้

ปิยณิตย์ มะลิทอง

กันยายน 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	49
อุปกรณ์	49
วิธีการ	49
ผลและวิจารณ์	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	103
สรุป	103
ข้อเสนอแนะ	105
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	108
ภาคผนวก	111
ภาคผนวก ก ความเสียหายของผิวทางลาดยาง	112
ภาคผนวก ข แบบฟอร์มการสำรวจ	121
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้งานโปรแกรม	135
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	153

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า Deduct Value ของประเภทความเสียหาย	10
2	ความหนาแน่นที่ยอมให้ของความเสียหายแต่ละประเภท	11
3	น้ำหนักความสำคัญของความเสียหาย	11
4	น้ำหนักขององค์ประกอบการพิจารณาเพื่อบำรุงทางของประเทศฝรั่งเศส	21
5	คุณภาพทางตามค่า MCI	23
6	วิธีการบำรุงตามค่า MCI	23
7	วิธีการบำรุงตามค่า R_p	28
8	สภาพผิวทางตามค่า IRI	30
9	วิธีการประเมินสภาพทางและดัชนีที่ใช้	37
10	ชนิดความเสียหาย ตามประเภทความเสียหายที่ใช้ในแบบจำลอง	55
11	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนดัชนีค่า RCI	56
12	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนดัชนีค่า IRI	58
13	การกำหนดค่าประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของถนน	62
14	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนค่าความถี่ของผิวทาง	65
15	เกณฑ์การให้คะแนนข้อพิจารณาสถานที่สำคัญในสายทาง	67
16	เกณฑ์การให้คะแนนข้อพิจารณาความหนาแน่นของแหล่งชุมชน	68
17	เกณฑ์การให้คะแนน ปริมาณการจราจรในสายทาง	70
18	เกณฑ์การให้คะแนนปริมาณยานยนต์หนัก	71
19	โครงข่ายทางหลวงชนบท สำนักทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่	76
20	แสดงผลการจัดลำดับความสำคัญของสายทางตัวอย่างจากโปรแกรม	97
21	แสดงรายละเอียดผลคะแนนดัชนีของแต่ละสายทาง	97
22	แสดงดัชนีและค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับสายทางทั้ง 2 วิธี	100
23	แสดงผลการจัดลำดับสายทางโดยวิธี PMMS กับ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น	101
24	แสดงผลคะแนนของดัชนีระหว่างวิธี PMMS กับ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น	102

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1 ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	113
ง1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผลโปรแกรม	139

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ผังการจัดประเภทงานบำรุงรักษาทาง กรมทางหลวงชนบท	38
2	แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย	50
3	ดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index หรือ IRI)	57
4	เครื่องมือ Bump Integrator	59
5	Benkelman Beam Schematic	61
6	ดัชนีสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Index : PSI)	64
7	ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสภาพบริการของทางกับการปรับปรุงคุณภาพทาง	64
8	แผนผังแสดงรายละเอียดภาพรวมการทำงานของโปรแกรม	80
9	แสดงโครงสร้างของโปรแกรม	81
10	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรม	82
11	แสดงหน้าต่างข้อมูลทั่วไปของสายทาง	83
12	แสดงหน้าต่างประวัติสายทาง	84
13	แสดงหน้าต่างประวัติการบำรุงรักษาทาง	85
14	แสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายสายทาง	85
15	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลสภาพความเสียหายของผิวทาง	86
16	แสดงหน้าต่างข้อมูลค่าความเรียบของผิวทาง	87
17	แสดงหน้าต่างข้อมูลความแข็งแรงของโครงสร้างทาง	88
18	แสดงการนำเข้าข้อมูลคุณภาพในการขั้บขึ้นบนสายทาง	88
19	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลความถี่ของผิวทาง	89
20	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลสถานที่บนสายทาง	90
21	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรบนสายทาง	91
22	แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุบนสายทาง	91
23	แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์ และแสดงผล	93
24	แสดงหน้าต่างการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์ผล	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	แสดงหน้าต่างการแสดงผลของโปรแกรม	94
26	แสดงน้ำหนักของดัชนีที่กำหนดให้จากโปรแกรม (Standard Form)	98
27	แสดงสายทางและดัชนีที่ใช้ทดสอบโปรแกรม	98
28	แสดงตัวอย่างรายงานข้อมูลทั่วไปของสายทาง	99
ภาพผนวกที่		
ก1	ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายแบบหลุมบ่อ	119
ก2	ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายรอยแตกตามแนวยาวและขวาง	120
ก3	ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายร่องล้อ	120
ค1	การเรียกใช้งานโปรแกรม	140
ค2	หน้าต่างสำหรับเริ่มใช้โปรแกรม	140
ค3	หน้าต่างสำหรับกรอก User Password	141
ค4	ฟอร์มการเลือกปี พ.ศ.ของข้อมูล	142
ค5	หน้าต่างแสดงชื่อสายทางที่มีอยู่ในฐานข้อมูล	142
ค6	หน้าต่างเมนูให้เลือกป้อนข้อมูลของสายทาง	143
ค7	หน้าต่างเมนูให้เลือกป้อนค่าดัชนีของสายทาง	144
ค8	หน้าต่างแสดงการนำเข้าและแก้ไขข้อมูลดัชนีสภาพทาง (RCD)	145
ค9	แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์	146
ค10	แสดงหน้าต่างโปรแกรมในส่วนการแสดงผลคะแนน	146
ค11	หน้าต่างแสดงผลการจัดลำดับสายทางเรียงตามความเสียหาย	147
ค12	หน้าต่างแสดงข้อมูลทั่วไปของสายทาง	147
ค13	หน้าต่างสำหรับเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขผู้ใช้งานระบบ	148

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AASHTO	=	American Association of State Highway and Transportation
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
GIS	=	Geographic Information System
HDM-4	=	Highway Development and Management Tool
IRI	=	International Roughness Index
PMMS	=	Pavement Maintenance Management System
PSI	=	Present Serviceability Index
RCI	=	Rural Road Condition Index
SACR	=	Social Activities / Cost Ratio
SQL	=	Structured Query Language
TPMS	=	Thailand Pavement Management Systems

ระบบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท

Pavement Maintenance Prioritization System for Rural Roads

คำนำ

ทางหลวงชนบทเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการป้องกันประเทศ โครงข่ายของเส้นทางที่มีการใช้งานอยู่นั้น จำเป็นต้องมีการดูแล และบำรุงรักษาอยู่เสมอ เพื่อรักษาสภาพทางและยืดอายุการใช้งาน การจัดสรรงบประมาณที่มีอยู่ อย่างจำกัดในการบำรุงรักษาทางเป็นหน้าที่หนึ่งของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการบำรุงรักษาทาง ที่จะต้องดำเนินการให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด การบำรุงทางให้มีประสิทธิภาพต้อง อาศัยการวางแผนที่ดี มีการจัดระบบงานบำรุงรักษาและซ่อมบำรุงอย่างถูกวิธีและต่อเนื่อง ซึ่งจะ ช่วยยืดอายุการใช้งาน ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อผิวทางและประหยัดงบประมาณในการ ซ่อมบำรุง การพิจารณาจัดเรียงลำดับการซ่อมบำรุงตามความสำคัญจึงเป็นส่วนที่จะช่วยจัดสรร งบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้นให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด

แต่เนื่องจากการจัดสรรงบประมาณ ทรัพยากร และระยะเวลาที่มีอยู่นั้นมีจำกัด บางครั้ง การซ่อมแซมและบำรุงรักษาไม่สามารถที่จะทำได้ทุกสายทางและด้วยวิธีการที่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และตัดสินใจดำเนินการในสายทางที่มีความสำคัญมากกว่า เสียหาย มากกว่าหรือมีความสำคัญเร่งด่วนซึ่งหากไม่ดำเนินการอาจส่งผลกระทบ หรือเกิดความเสียหายกับ ตัวสายทางเอง หรือจากประโยชน์ที่จะได้รับจากการใช้สายทางนั้น เพื่อให้การวางแผน การซ่อมบำรุงทางฉบับนี้ไปอย่างถูกต้องเหมาะสม

กรมทางหลวงชนบทเป็นหน่วยงานหนึ่งที่ดูแลการก่อสร้างและซ่อมบำรุงทาง โดยมี สายทางที่ขึ้นทะเบียนเป็นทางหลวงชนบท รวมระยะมากกว่า 36,000 กิโลเมตร ซึ่งผิวทางส่วนใหญ่ จะเป็นผิวทางลาดยาง การวางแผนและจัดลำดับความสำคัญการบำรุงรักษาทางหลวงชนบท พิจารณาจากข้อมูลความเสียหายของถนน อายุการใช้งาน ปริมาณการจราจร โดยการจัดลำดับ ความสำคัญเป็นงานที่ต้องทำซ้ำๆ และจำนวนมาก อีกทั้งการประเมินความเสียหายด้วยสายตา มีความแตกต่างกันสูงในหมู่ผู้ประเมิน ซึ่งระบบการทำงานแบบเดิมใช้ระยะเวลานานและค่าใช้จ่าย

สูงมาก การวางแผนบำรุงรักษาและซ่อมแซมที่กรมทางหลวงชนบทใช้ในปัจจุบันยังขาดการให้ความสำคัญกับข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคม จึงทำให้การบำรุงรักษาขาดการให้ความสำคัญแก่ผู้ใช้เส้นทางเป็นประจำ ซึ่งก็คือประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณเขตทาง ดังนั้นการจัดลำดับความสำคัญในการบำรุงรักษาก่อนในชนบทจึงควรให้ความสำคัญด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับเกณฑ์ทางวิศวกรรม

งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงทาง โดยสามารถเลือกนำดัชนีมาใช้ในการวิเคราะห์และกำหนดน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรต่างๆ ที่นำมาพิจารณาได้ ตามความสำคัญของปัญหาและความต้องการที่เกิดขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น และสภาพแวดล้อมของเส้นทาง อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลต่างๆ ของถนนแต่ละสายในท้องถิ่นนั้นด้วยระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) ทำให้สามารถนำเสนอข้อมูลได้รวดเร็ว ถูกต้อง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ เพื่อเป็นทางเลือกที่จะใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการพิจารณาแผนงานและจัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงทางของวิศวกรงานทางต่อไป

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท (สำหรับถนนผิวทางลาดยาง) โดยใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผล โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. เพื่อพิจารณากำหนดตัวแปรที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง
2. พัฒนาโปรแกรมโดยมีการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศ เพื่อนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการงานบำรุงรักษาทางหลวง

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะนำเสนอวิธีการเพื่อนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ใช้กลุ่มตัวอย่างถนนลาดยาง ถนนโครงข่ายสายทางรองในความดูแลของกรมทางหลวงชนบท ที่มีคุณลักษณะสภาพทางแบบเดียวกัน (Homogeneous) เช่น พื้นผิวถนน จำนวนช่องจราจร รวมถึงปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการวิเคราะห์เปรียบเทียบ
2. ศึกษาและนำเสนอโปรแกรมเพื่อนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการงานบำรุงรักษาทาง โดยใช้ข้อมูลการสำรวจสภาพทาง ปี พ.ศ. 2551 ของสำนักงานทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่
3. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้กับงานบำรุงรักษาทางตามกำหนดเวลา และงานบำรุงพิเศษ ไม่เหมาะกับการนำไปจัดลำดับในกรณีที่เป็นการบำรุงฉุกเฉิน

การตรวจเอกสาร

การจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง โดยทั่วไปจะมีการประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการงานบำรุงทาง แต่อาจแตกต่างกันตามนโยบายงบประมาณ วัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยงานหรือองค์กรท้องถิ่น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเอกสารงานวิจัยที่ใช้ประเมินสภาพทาง โปรแกรมที่มีการพัฒนาเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญเส้นทาง ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงมีหลายหน่วยงานได้ศึกษาพัฒนาให้เหมาะสมกับลักษณะงานของหน่วยงานนั้น

ถนนในประเทศไทย

ถนนมีความสำคัญในด้านการคมนาคม การขนส่งสินค้า และยังสร้างความเจริญสู่ท้องถิ่น ความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ คือระบบคมนาคมที่ดีช่วยลดต้นทุนการผลิต ขยายตลาดแรงงาน และส่งผลให้ประชากรในท้องถิ่นมีรายได้เพิ่มขึ้น และมีความเป็นอยู่ดีขึ้น นอกจากนี้ทางหลวงยังมีความสำคัญในด้านยุทธศาสตร์ความมั่นคงของประเทศ และอำนวยความสะดวกในด้านให้บริการของรัฐ

โดยสรุปการก่อสร้างทางหลวงมีวัตถุประสงค์หลักคือ

1. เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งผู้โดยสาร หรือขนส่งสินค้าจากเมืองหนึ่งไปสู่อีกเมืองหนึ่ง หรือจากชนบทสู่เมือง ทางหลวงจะช่วยให้การขนส่งผลผลิตจากไร่ หรือสวนไปสู่ตลาดได้โดยสะดวกและรวดเร็ว
2. เพื่อสนับสนุนกิจการด้านสาธารณสุข โภค เช่น การสาธารณสุข การศึกษา การสื่อสาร ฯลฯ
3. เพื่อช่วยส่งเสริมด้านการลงทุน ด้านอุตสาหกรรม และการพัฒนาแหล่งทรัพยากรธรรมชาติ
4. เพื่อผลในด้านการปกครองและการพัฒนา เช่น การสร้างทางหลวงเข้าไปพัฒนาหมู่บ้าน ช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยวในประเทศไทย เป็นต้น

5. เพื่อป้องกันราชอาณาจักร เช่น ป้องกันการก่อการร้าย การรุกรานจากภายใน และภายนอกประเทศ พร้อมทั้งช่วยในการสนับสนุนการขนส่งเพื่อกิจการป้องกันประเทศ เป็นต้น

เพื่อจำแนกตามประเภทการใช้งานทางหลวงแบ่งออกเป็นหลายประเภทดังนี้

1. ทางหลวงพิเศษ คือ ทางหลวงที่ได้ออกแบบเพื่อให้การจราจรผ่านได้ตลอดรวดเร็วเป็นพิเศษ ซึ่งกรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยายบำรุงและบำรุงรักษา บางสายก็มีการเก็บค่าผ่านทาง

2. ทางหลวงแผ่นดิน คือ ทางหลวงที่กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้างขยาย บำรุงและบำรุงรักษา กรมทางหลวงยังได้จำแนกทางหลวงแผ่นดินออกเป็น

2.1 ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน คือทางหลวงแผ่นดินสายหลักที่เชื่อมต่อระหว่างภาคต่อภาค เส้นทางนี้จะเป็นเส้นทางหลักของการขนส่งทางรถยนต์

2.2 ทางหลวงแผ่นดินสายรองประธาน คือ ทางหลวงแผ่นดินที่มีความสำคัญรองลงมา หรือทางหลวงที่แยกออกจากทางหลวงสายประธาน ทำให้เกิดโครงข่ายทางครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น

2.3 ทางหลวงจังหวัด คือ ทางหลวงที่กรมทางหลวงเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยายบำรุงและบำรุงรักษา เป็นทางที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดกับอำเภอ อำเภอกับอำเภอ และอำเภอกับตำบล

2.4 ทางหลวงชนบท คือ ทางหลวงนอกเขตเทศบาล และเขตสุขาภิบาลที่องค์การบริหารส่วนจังหวัด กรมโยธาธิการ กรมการเร่งรัดพัฒนาชนบท และกรมทางหลวง เป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยายบำรุง และบำรุงรักษา ทางหลวงชนบทแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ทั้งถนนลาดยางและไม่ได้ลาดยาง

2.5 ทางหลวงเทศบาล คือ ทางหลวงในเขตเทศบาลที่เทศบาลเป็นผู้ดำเนินการก่อสร้าง ขยายบำรุง และบำรุงรักษา ทางหลวงเทศบาลแบ่งออกเป็นหลายชั้นตามลักษณะทางและเขตทาง

2.6 ทางพิเศษ คือ ทางตามมาตรฐานทางหลวงพิเศษที่ต้องจ่ายค่าเดินทางเมื่อใช้ทาง อยู่ในความดูแลของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย กระทรวงมหาดไทย

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ความเสียหายของถนนผิวทางลาดยางได้มีหลายหน่วยงานกำหนดลักษณะความเสียหาย และวิธีการแก้ไขเพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เพราะความเสียหายหรือความเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏให้เห็นบนผิวทาง บางชนิดเกิดจากความแข็งแรงของโครงสร้างทางไม่เพียงพอทำให้น้ำหนักรถทำลายโครงสร้างทางได้ และความเสียหายบางชนิดก็ไม่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง แต่ความเสียหายทุกชนิดที่ปรากฏบนผิวทางจะมีผลต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ ขาดความปลอดภัย และความแข็งแรงของโครงสร้างทางทั้งทางตรงและทางอ้อม ในการศึกษาพบว่า มีหน่วยงานที่กำหนดประเภทความเสียหายของถนนที่มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย อยู่ 3 หน่วยงานคือ The Asphalt Institute (1983), The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1976) และ US Army Corps of Engineers (1997)

The Asphalt Institute

การออกแบบถนนผิวทางลาดยาง (Flexible Pavement) ของหน่วยงานทางในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่ เช่น กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ ใช้วิธีของ The Asphalt Institute ซึ่งเป็นหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมาเป็นระยะเวลานาน ทางด้านความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทางหน่วยงานนี้ได้แบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ คือ รอยแตก การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง การลื่นไถลและการหลุดร่อน โดยมีการกำหนดดังนี้

1. รอยแตก (Cracks) เป็นรอยแตกซึ่งเกิดบนส่วนต่างๆ ของผิวทางโดยมีขนาดของรอยแตกและลักษณะการแตกที่แตกต่างกัน แบ่งกลุ่มได้ 6 ประเภทคือ รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Cracks) รอยแตกตามแนวขอบ (Edge Cracks) รอยแตกตามแนวต่อ (Joint Cracks) รอยแตกที่เกิดจากการแอ่นตัว (Reflection Cracks) รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Cracks) และ รอยแตกจากการเลื่อนตัวของผิวทาง (Slippage Cracks)

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Distortion) เป็นความเสียหายลักษณะที่ผิวทางเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจากเดิม อาจเกิดจากการบดอัดขณะก่อสร้างผิวทางไม่เพียงพอหรือวัสดุที่ใช้ทำผิวทางละเอียดมากเกินไป รวมถึงการบวมตัวของชั้นโครงสร้างใต้ผิวทาง The Asphalt Institute ได้กำหนดแยกประเภทของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไว้ 5 ประเภท คือ ร่องล้อ (Rutting) คลื่นลูกกระนาบ (Corrugation) ชุบตัวเป็นแอ่ง (Depression) บวมตัว (Upheaval or Swell) และรอยปะซ่อม (Utility Cut Depression)

3. การลื่นไถล (Slippery Surface) โดยทั่วไปผิวทางที่แห้งจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการลื่นไถล แต่เมื่อถนนอยู่ในสภาพเปียก จะเกิดเป็นฟิล์มบางๆ ของน้ำคลุมอยู่เหนือผิวทาง ทำให้การสัมผัสระหว่างล้อกับผิวทางไม่ดีอาจทำให้รถลื่นไถลเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย การป้องกันอุบัติเหตุจากสาเหตุนี้ต้องกำจัดฟิล์มนี้เสียโดยให้น้ำบนผิวทางไหลออกไปข้างทางอย่างรวดเร็ว ตามร่องเล็กๆ ระหว่างรอยต่อของมวลรวมได้แบ่งลักษณะความเสียหายเป็น 2 ประเภท คือ ผิวทางมียางเยิ้ม (Bleeding) และผิวทางลื่น (Polished Aggregate)

4. การหลุดร่อน (Disintegration) ความเสียหายที่พบโดยทั่วไปคือผิวทางถูกทำให้แตกแยกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยไม่จับติดกัน หากไม่ได้รับการแก้ไขในระยะแรกอย่างทันที่แล้วมันจะแผ่กระจายออกไปทำให้เสียหายทั่วทั้งผิวทางได้ ความเสียหายแบบนี้ในระยะเริ่มแรกมักพบอยู่ 2 อย่างคือ หลุมบ่อ (Pot Holes) และผิวทางหลุดร่อน (Raveling)

ความเสียหายของผิวทางแต่ละลักษณะ The Asphalt Institute ได้แนะนำวิธีการแก้ไขไว้ และในกระบวนการประเมินสภาพทางได้ให้น้ำหนักความสำคัญของความเสียหายเพื่อประกอบการประเมินเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มแรกความเสียหายที่มีความสำคัญมาก ได้แก่ รอยแตก หนักรอยร้าว ร่องล้อ หลุมบ่อ คลื่นลูกกระนาบ และผิวทางมียางเยิ้ม กลุ่มที่สองมีความสำคัญรองลงมา ได้แก่ รอยแตกตามแนวขอบ รอยแตกจากการหดตัว หลุดร่อน และผิวทางลื่น

The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

AASHTO (1976) เป็นหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดรูปแบบความเสียหายของถนนผิวทางลาดยางไว้ 8 ประเภท ประกอบด้วย

1. ร่องล้อ (Wheel ruts) เป็นความเสียหายที่เกิดจากการกระทำซ้ำๆ กันต่อผิวทางตามแนว ยาวที่ล้อรถวิ่งผ่าน มักมีความกว้างเท่ากับความกว้างของล้อรถ จะมีอันตรายมากเมื่อใช้ความเร็วสูง ในการขับขี่ดังนั้นได้แนะนำว่าควรดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดอุบัติเหตุ

2. หลุมบ่อ (Potholes) เป็นความเสียหายที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่จากการแตกตัวของผิวทาง ต้องดำเนินการแก้ไขหลุมให้เรียบร้อยทันทีเมื่อตรวจสอบพบ

3. รอยแตก (Cracks) ความเสียหายรอยแตก สามารถแบ่งย่อยตามสาเหตุการเกิดออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยรอยแตกเนื่องจากโครงสร้างทางไม่แข็งแรง (Structural Weakness Cracks) สาเหตุปัญหาชั้นโครงสร้างทาง ได้แก่ รอยแตกจากการแอ่นตัว (Reflection Cracks) รอยแตกตาม ขวาง (Edge Cracks) และรอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Cracking) กลุ่มที่ 2 คือ รอยแตกจาก การหดตัว (Shrinkage Cracks) ของวัสดุ

4. ลูกกระนาค (Corrugations) มีลักษณะเป็นลอนคล้ายลูกคลื่นตามแนวขวางของผิวทาง สาเหตุความเสียหายเกิดจากปริมาณจราจรกระทำต่อแอสฟัลต์ติกคอนกรีตที่มีส่วนผสมมวลรวม ละเอียดอยู่สูง ความเสียหายแบบนี้มีผลให้การขับขี่ไม่สะดวกสบายสิ้นสะท้อนเมื่อวิ่งผ่านและ อาจเป็นอันตรายได้หากปล่อยทิ้งไว้ไม่แก้ไข ในบางสายทางที่กำหนดให้ความเร็วสูงหากมี ลูกกระนาคช่วงยาว 15-30 เมตร และความสูงของลูกคลื่นมากกว่า 2.54 เซนติเมตรต้องดำเนินการ แก้ไขเพื่อป้องกันอันตราย แต่ในสายทางที่กำหนดความเร็วต่ำกว่า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อาจปรับปรุงเมื่อความสูงของลูกคลื่นมากกว่า 5.02 เซนติเมตร

5. ผิวทางมียางเยิ้ม (Flushing or Bleeding) สาเหตุที่ผิวทางมียางเยิ้มเนื่องจากปริมาณยาง ในส่วนผสมของแอสฟัลต์ติกคอนกรีตมีมากเกินไป เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกกดอัดทำให้เกิดยางเยิ้มที่ ผิวหน้า มักพบในพื้นที่อากาศร้อนต้องแก้ไข มิฉะนั้นอาจทำให้ผิวทางลื่นเป็นอันตรายต่อการจราจร ได้

6. ผิวทางลื่น (Polished Aggregate) เป็นความเสียหายที่เกิดจากการจราจรขัดผิวหน้าของ วัสดุมวลรวมทำให้เรียบ หรือวัสดุมวลรวมที่นำมาใช้ผสมเรียบกลมหรือไม่แข็งแรงพอทำให้ทนการ ขัดสีไม่เพียงพอ จะมีอันตรายเมื่อผิวทางเปียก ควรต้องรีบแก้ไขให้ผิวทางมีความฝืดก่อนฤดูฝน

7. ผิวทางหลุดร่อน (Raveling) ลักษณะความเสียหายเป็นการกระจายของวัสดุผิวหน้าออกไป สาเหตุมักเกิดจากการก่อสร้างไม่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ เช่น บดอัดไม่เพียงพอ ปริมาณยางในส่วนผสมแอสฟัลต์ติกคอนกรีตน้อยเกินไป ขณะทำงานอากาศชื้นเปียกหรือความร้อนของส่วนผสมแอสฟัลต์ติกคอนกรีตมากเกินไปทำให้การยึดเกาะไม่ดีเมื่อมีการจราจรทำให้หลุดร่อนได้ ควรแก้ไขด้วยการฉาบผิวในถนนที่มีปริมาณจราจรไม่หนาแน่นหรือใช้ความเร็วสูงมาก แต่ถ้ามีปริมาณจราจรมากและใช้ความเร็วสูง ควรเสริมผิว (Overlay) ก่อนที่ความเสียหายจะขยายตัว

8. ทรุดตัวและปูดนูน (Settlements and Upheavals) เกิดจากความชื้นในชั้นโครงสร้างทางมากเกินไป ทำให้เกิดการทรุดตัวหรือปูดนูนของชั้นโครงสร้างทาง รวมถึงตำแหน่งที่วางระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ลอดใต้ถนนแล้วการบดอัดไม่ดีทำให้บริเวณนั้นทรุดตัวต่างจากระดับอื่น

US Army Corps of Engineers

US Army Corps of Engineers (1997) เป็นหน่วยงานวิศวกรรมของทหารในประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวได้ว่าเป็นผู้ริเริ่มคิดค้นเกี่ยวกับประเภทความเสียหายของถนนลาดยางจึงเป็นต้นแบบของ 2 หน่วยงานแรก แต่มักใช้เฉพาะกิจการทหารไม่แพร่หลายนัก วัตถุประสงค์การกำหนดประเภทความเสียหายของหน่วยงานนี้เพื่อให้ผู้ตรวจสอบสภาพทางใช้ปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และ US Army Corps of Engineers ได้แนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสำรวจสภาพทางว่าถ้าพบความเสียหายรอยแตกหนึ่งจระเข้และร่องล้อในพื้นที่เดียวกัน หรือในกรณีผิวทางมียางเยิ้มและลื่น (Bleeding with Polished Aggregate) ในพื้นที่เดียวกันให้ตรวจนับเป็นพื้นที่และระดับความรุนแรงของแต่ละความเสียหาย ส่วนความรุนแรงที่ไม่สามารถบ่งบอกได้ชัดเจนให้บันทึกกำหนดในระดับที่สูงกว่า

ระดับความรุนแรงของความเสียหายกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ ระดับรุนแรงน้อย (Low) หมายถึง ความเสียหายที่เกิดขึ้นทำให้การขับขี่สั่นสะเทือนบ้าง เช่น คลื่นลูกกระขนาดแต่ไม่ต้องลดระดับความเร็วเพื่อความปลอดภัย หรือผิวทางทรุดทำให้รถกระโดดเล็กน้อยแต่ไม่กระทบต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ ระดับรุนแรงปานกลาง (Medium) หมายถึง ความเสียหายที่ทำให้เกิดการขับขี่สั่นสะเทือน ต้องลดความเร็วบ้างเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความสะดวกสบาย และระดับรุนแรงสูง (High) หมายถึง ความเสียหายที่ทำให้การขับขี่สั่นสะเทือนมากต้องลดความเร็วเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและความสะดวกสบาย หรืออาจทำให้เกิดความเสียหายต่อยานพาหนะได้

ความสำคัญของความเสียหายแต่ละประเภท

ความเสียหายแต่ละประเภทมีผลกระทบต่อสภาพผิวทางที่แตกต่างกัน เช่น ผิวทางหลุดร่อน (Raveling) มีผลกระทบต่อการจราจรน้อยกว่าผิวทางเสียหายเป็นหลุมบ่อ (Potholes) ดังนั้นการจัดลำดับความสำคัญหรือให้หาค่าน้ำหนักของความเสียหายแต่ละประเภทจึงควรมีค่าแตกต่างกันตามความรุนแรงซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพความเสียหายของผิวทาง

Shahin and Kohn (1981) ได้ศึกษาลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง และกำหนดความสำคัญของความเสียหายแต่ละประเภทเพื่อใช้ในการประเมินสภาพทาง แสดงในรูปของค่า Deduct Value ความเสียหายที่มีค่า Deduct Value สูง แสดงถึงระดับความรุนแรงมากทำให้ดัชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index) มีค่าต่ำ คุณภาพทางได้รับกรยอมรับน้อยกว่าสายทางที่ดัชนีสภาพทางสูง ซึ่งค่าระดับความรุนแรงในรูป Deduct Value และร้อยละพื้นที่ที่ยอมให้จากการศึกษาแสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 ค่า Deduct Value ของประเภทความเสียหาย

ลำดับความสำคัญ	ประเภทความเสียหาย	ร้อยละ	ค่า Deduct Value
1.	หลุมบ่อ	8	100
2.	รอยปะซ่อม	50	80
3.	รอยแตกหนังจระเข้	100	90
4.	ร่องล้อ	100	90

ต่อมา Kathryn *et al.* (1985) ได้ศึกษาความสำคัญของความเสียหายผิวทางลาดยางเพื่อใช้พัฒนาการบำรุงทางแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการงานทาง โดยยึดพื้นฐานความเสียหายผิวทางลาดยางของ US Army Corps of Engineers จัดแบ่งความรุนแรง (Severity) ไว้ 3 ระดับ คือ เบา (Low) ปานกลาง (Medium) รุนแรงมาก (High) และนำระดับความรุนแรงวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่ปริมาณความเสียหายเสนอผลการวิจัยในรูปร้อยละพื้นที่ที่ยอมรับได้ ดังตารางที่ 2 โดยความเสียหายแบบหลุมบ่อมีความสำคัญมากที่สุดและยอมให้เกิดได้ไม่เกินร้อยละ 1 ของพื้นที่ผิวทาง ส่วนรอยหนังจระเข้ ร่องล้อ ขูดผิวเป็นแอ่ง รอยแตกตามแนวยาว หรือขวาง รอยปะซ่อม มีความสำคัญลดน้อยลงตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นที่ยอมให้ของความเสียหายแต่ละประเภท

ลำดับความสำคัญ	ประเภทความเสียหาย	ร้อยละ
1.	หลุมบ่อ	1
2.	รอยแตกหนังจระเข้	3
3.	ร่องล้อ	5
4.	ยุบตัวเป็นแอ่ง	11
5.	รอยแตกตามแนวยาว/หรือขวาง	14
6.	รอยปะซ่อม	15

หน่วยงาน The Asphalt Institute (1989) ได้กำหนดน้ำหนักความเสียหายไว้ในข้อเสนอแนะการให้คะแนนถนนที่มีความหนาแน่นของปริมาณจราจรน้อย (A Pavement Rating System for Low Volume Asphalt Road : IS-169) แยกตามประเภทความเสียหาย แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักความสำคัญของความเสียหาย

ลำดับความสำคัญ	ประเภทความเสียหาย	ร้อยละ
1.	หลุมบ่อ	10
2.	รอยแตกหนังจระเข้	10
3.	ร่องล้อ	10
4.	รอยแตกตามแนวยาว/หรือขวาง	5
5.	คลื่นลูกกระนาบ	5
6.	ผิวทางลื่น	5

ความรุนแรงของความเสียหายยังมีหลายหน่วยงานนำไปพัฒนาใช้ในการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละประเภทความเสียหาย เช่น หน่วยงาน The California Department of Transportation หน่วยงาน The San Francisco Bay Area เป็นต้น ซึ่งความรุนแรงและความสำคัญของความเสียหายแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับความแตกต่างของสภาพพื้นที่และวัตถุประสงค์ขององค์กรนั้นด้วย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาพทาง

ในแต่ละประเทศจะมีการสำรวจเก็บข้อมูลประเภทความเสียหายของทางเพื่อประเมินสภาพทาง และใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการงานบำรุงทาง แต่อาจแตกต่างกันตามนโยบายงบประมาณ วัตถุประสงค์ของแต่ละประเทศหรือองค์กรท้องถิ่น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่หน่วยงานและประเทศต่างๆ ใช้ประเมินสภาพทาง ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงมีหลายหน่วยงานนำวิธีการไปศึกษาพัฒนาให้เหมาะสมกับของแต่ละสภาพพื้นที่ของหน่วยงานนั้น

งานวิจัยในประเทศ

สราวุธ (2533) ได้ทำการศึกษาการจัดลำดับความสำคัญสำหรับระบบบริหารงานบำรุงทางในประเทศไทย ของกรมทางหลวง เพื่อนำมาปรับปรุงสร้างแบบจำลอง การจัดลำดับความสำคัญประยุกต์ใช้กับระบบบริหารงานทางในประเทศไทย โดยใช้พื้นที่การศึกษาที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงเท่านั้น โดยการศึกษากระบวนการและซ่อมบำรุงทางในประเทศไทยหรือที่เรียกย่อๆ ว่า TPMS (Thailand Pavement Management System) ที่ปัจจุบันกรมทางหลวงได้ใช้อยู่โดยพัฒนามาจากระบบ BSM (Burrow Snaith Management) มาช่วยในงานบำรุงรักษาทางในด้านการบริหารงานและวางแผนงานบำรุงสำหรับงานบำรุงตามกำหนดเวลาและงานบำรุงพิเศษเพื่อให้มีหลักอ้างอิงเป็นเกณฑ์มาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศโดยพัฒนาแบบจำลองในการจัดลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญของสายทางใน 2 แบบใหญ่ๆ คือ

1. การเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในแต่ละรหัสงานบำรุงเนื่องจากการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงทางในแต่ละปี ของกรมทางหลวง ได้แบ่งงบประมาณสำหรับแต่ละรหัสงานบำรุง (ไม่รวมถึงงบประมาณสำหรับงานบำรุงปกติ) หลักการคัดเลือกสายทางที่จะได้รับงบประมาณในการซ่อมบำรุงนั้นพิจารณาจากลำดับความสำคัญและความเหมาะสมของแผนงานหรือโครงการในแต่ละรหัสงาน

2. การเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของสายทางทั้งหมดตามความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยไม่แบ่งเป็นรหัสงานบำรุง การจัดลำดับความสำคัญแบบนี้จะช่วยในการมองภาพรวมของสายทางทั้งหมดที่อยู่ในความดูแลของแขวงทางว่าสายใด ตอนควบคุมใดมีความเสียหายมากน้อยอย่างไร เพื่อรับหาทางดำเนินการซ่อมบำรุงโดยด่วนสำหรับสายทางที่เสียหายมาก ขั้นตอนในการ

ดำเนินการจัดลำดับความสำคัญทำโดย ทำการคัดเลือกเส้นทางและกำหนดความยาวพื้นฐาน โดยทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทาง ข้อมูลสภาพทาง ข้อมูลความเสียหายต่างๆ และระดับปริมาณจราจร จากนั้นจึงทำการกำหนดมาตรฐานระดับความเสียหายวิกฤตเป็นระดับความเสียหายขั้นต่ำไว้สำหรับใช้เปรียบเทียบกับความเสียหายที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละช่วงย่อย เพื่อกำหนดวิธีการซ่อมบำรุงและทำการวิเคราะห์ข้อมูลและกำหนดวิธีการซ่อมบำรุง ใช้การเปรียบเทียบปริมาณความเสียหายชนิดต่างๆ ทำการหาปริมาณงานและประมาณราคาซ่อมบำรุง โดยปริมาณงานขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่กำหนดในการซ่อมบำรุงทาง การประมาณราคาหาได้จากผลคูณของปริมาณงานกับราคาต่อหน่วยและการจัดลำดับความสำคัญ โดยทั่วไปพิจารณาจากปริมาณความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง ความสำคัญของชนิดความเสียหายนั้น และปริมาณจราจรในช่วงนั้นๆ ซึ่งมีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$\text{ค่าความเสียหาย} = \% \text{ ของความเสียหาย} \times (\text{ความยาว, พื้นที่จริง} / \text{ความยาว, พื้นที่เฉลี่ย}) \times (\text{DWP} \times \text{bfA}) \times (\text{TWP} \times \text{bfB})$$

โดยที่

% ความเสียหาย หมายถึง เปอร์เซ็นต์ของความเสียหายที่ผิวจราจรหรือไหล่ทาง

DWP (Defec Weighing Percentage) เป็นค่าที่แสดงถึงความสำคัญของความเสียหายชนิดต่างๆ ที่ต่างกัน

TWP (Traffic Weight Percentage) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปริมาณจราจรกลุ่มต่างๆ ที่ใช้ในระบบ TMPS

BfA และ bfB เป็นแฟกเตอร์ที่ใช้เพื่อลดระดับความเสียหายทั้งหมดในรายการ

วิศว์ (2544) ได้ทำการศึกษาโดยใช้วิธี Analytic Hierarchy process (AHP) ในการวิเคราะห์ความเสียหายของผิวทางที่มีผลต่อการประเมินสภาพทาง และหาค่าน้ำหนักของความเสียหาย นำมาสร้างความสัมพันธ์เป็นแบบจำลองการให้คะแนนสภาพทางในรูปของดัชนีสภาพทาง (Rural Road Condition Index: RCI) ผลคะแนนของสายทางตัวอย่าง นำไปศึกษาเปรียบเทียบกับ การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วประมวลในรูปแบบคุณภาพทางตามคะแนนดัชนี RCI โดยประเมินจากความยาวช่วงย่อยระยะทาง 1000 เมตร ของพื้นที่ที่มีความเสียหายมากใช้เป็นตัวแทนในการประเมินสภาพทางเพื่อหาค่า RCI ของสายทางโดยใช้สูตรคำนวณดังแสดงในสมการที่ 1

$$RCI = 0.042X_1 + 0.024 X_2 + 0.012 X_3 + 0.012 X_4 + 0.006 X_5 + 0.004 X_6 \quad (1)$$

โดยที่

RCI = ดัชนีสภาพทาง (Rural Road Condition Index)

X₁ = ความเสียหายแบบหลุมบ่อ (ตร.ม.)

X₂ = ความเสียหายแบบรอยแตกหนึ่งจระเข้ (ตร.ม.)

X₃ = ความเสียหายแบบยุบตัวหรือรอบปะซ่อม (ตร.ม.)

X₄ = ความเสียหายแบบยุบตัวเป็นแอ่ง (ตร.ม.)

X₅ = ความเสียหายแบบร่องล้อ (ตร.ม.)

X₆ = ความเสียหายแบบรอยแตกตามแนวยาวหรือแนวขวาง (ตร.ม.)

RCI คะแนน 55 – 100 หมายถึง สภาพทางเสียหายหนัก

RCI คะแนน 20 – 55 หมายถึง สภาพทางพอใช้

RCI คะแนน 0 – 20 หมายถึง สภาพทางดี

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง RCI เพื่อใช้ในการวางแผนบำรุงทาง สายทางที่มีความเสียหายรุนแรงจะได้รับการพิจารณาให้ดำเนินการซ่อมบำรุงแก้ไข ทำให้ลดผลกระทบต่อโครงสร้างทาง และคะแนนสายทางช่วยให้การกำหนดนโยบายตรวจติดตามสภาพทางหลวงมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนทางด้านการบริหารงบประมาณช่วยในการกำหนดกรอบงบประมาณ สนับสนุนการบริหารงบประมาณแบบมุ่งเน้นผลงาน พัฒนาปรับปรุงราคางานบำรุงทางให้สอดคล้องกับสภาพความเสียหาย และประโยชน์สูงสุดการประเมินสภาพทางด้วยแบบจำลอง RCI เป็นการวางแผนงานบำรุงทางและบริหารงบประมาณด้วยระบบมาตรฐานหลักเกณฑ์เดียวกัน ไม่ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของบุคคล ลดผลกระทบจากความเอนเอียงของผู้กำหนดแผนงาน การตัดสินใจเป็นรูปธรรม (Objective) มากยิ่งขึ้น

การประเมินสภาพทางของ The Asphalt Institute

The Asphalt Institute (1983) ได้ทำการศึกษาวิจัยด้านการบำรุงผิวทางลาดยาง และการประเมินสภาพทาง (Evaluating Pavement Condition) ไว้ดังนี้

1. การบำรุงทางผิวทางลาดยาง

The Asphalt Institute ให้คำจำกัดความการบำรุงทางว่าเป็นงานประจำที่ต้องดูแลทางให้อยู่ในสภาพที่ดีเหมาะสมมีสภาพเสมือนก่อสร้างเสร็จ ภายใต้สภาพที่ปริมาณจราจรและน้ำหนักรถบรรทุกปกติ และแบ่งการบำรุงทางเป็น 3 งาน ประกอบด้วย

1.1 งานบำรุงเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นงานที่ทำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเกิดกับทางและลดความต้องการที่จะต้องบำรุงโครงสร้างหลัก

1.2 งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) เป็นงานที่ทำประจำเพื่อให้ทางเปิดให้บริการได้ตลอดเวลาและรักษาสภาพให้เสมือนก่อสร้างเสร็จ

1.3 งานบำรุงส่วนสำคัญ (Major Maintenance) เป็นงานซ่อมแซมฟื้นฟูสภาพทางให้มีสภาพใกล้เคียงกับก่อสร้างเสร็จ

2. การประเมินสภาพทาง

วิธีการประเมินสภาพทางเพื่อตรวจสอบสภาพทางว่าเป็นที่น่าพอใจต่อผู้ใช้อย่างน้อยเพียงใด ได้แนะนำว่าต้องประกอบด้วยการตรวจวัดความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance) คุณภาพการขับขี่ (Ride Quality) ความสามารถรับกำลังของโครงสร้างทาง (Structural Capacity) และความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) ซึ่งผลที่ได้จากการวัดทั้ง 4 กิจกรรมข้างต้นจะนำมาประเมินสภาพทางในปัจจุบัน และเพื่อใช้คาดการณ์สภาพทางในอนาคต หรือช่วยคาดการณ์ว่าเมื่อไรสภาพทางจะถึงจุดวิกฤติต้องดำเนินการซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลา ซึ่งในการตรวจวัดข้อมูลความเสียหายของผิวทางนั้นสามารถตรวจสอบปริมาณ แยกตามประเภทความเสียหายจากสนามได้ชัดเจน ส่วนอีก 3 กิจกรรม มีวิธีการตรวจวัดดังนี้

2.1 การตรวจวัดความฝืดของผิวทาง

ความฝืดของผิวทางช่วยให้ยานพาหนะที่วิ่งผ่านมีการยึดเกาะที่ดีทำให้เกิดความปลอดภัยในการขับขี่ แต่ในทางกลับกัน ความฝืดของผิวทางเป็นตัวทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลงหรือวิ่งได้ช้ากว่าถนนที่มีผิวทางเรียบ ดังนั้นจึงมีหลายหน่วยงานบันทึกค่าความฝืดของผิวทาง เพื่อพิจารณาในส่วนความปลอดภัยของถนน และเครื่องมือที่ใช้วัดมีอยู่หลายอย่าง เช่น อเมริกาเหนือ ใช้เครื่องมือ Lock-Wheel Skid Trailer ตาม ASTM-E274 ซึ่งค่าความฝืดของผิวทางมีผลเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจร, อุณหภูมิของผิวทาง, คุณสมบัติของวัสดุผิวทาง, ความเร็วของยานพาหนะ และคุณลักษณะของเครื่องมือวัด ซึ่งในการตรวจสอบนั้นจะตรวจวัดขณะที่ผิวทางเปียก และบันทึกในความเร็วที่แตกต่างกัน

2.2 คุณภาพการขับขี่

การประเมินคุณภาพการขับขี่เริ่มต้นมีวิธีการประเมินโดยให้กลุ่มผู้ใช้เส้นทางขับขี่ไปบนถนนเพื่อให้คะแนนความสะดวกสบายในการขับขี่ อันเป็นแนวความคิดของ Carey และ Irick (1960) ที่เสนอว่าถนนดีมาน้อยอย่างไรต้องมาจากความคิดเห็นของผู้ใช้ถนน ต่อมา AASHTO พัฒนาระบบการให้คะแนนจากแนวความคิดดังกล่าวกำหนดช่วงคะแนนจาก 1 – 5 โดยคะแนนที่ 1 หมายความว่าสภาพทางอยู่ในระดับคุณภาพไม่ดี และคะแนนที่ 5 หมายถึง คุณภาพดีมาก จากกระบวนการนี้ผลที่ได้เรียกว่าเป็นการประเมินสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Rating: PSR) ซึ่งมีบางหน่วยงานนำหลักการไปใช้โดยปรับเพิ่มช่วงคะแนนให้เป็นคะแนน 0 – 100 แต่สเกลสภาพทางยังอ้างอิงเปรียบเทียบที่ค่า 1 – 5 โดยการคูณด้วย 20 เพื่อให้ผลคะแนนมีความถี่มากขึ้น และสะดวกในการจัดลำดับผลการประเมินสภาพทางด้วย PSR วิศวกรบำรุงทางจะใช้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการตัดสินใจดำเนินการหรือชะลอโครงการบำรุงทาง แต่การประเมินด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับตัวบุคคล (Subjective Measurement) ทำให้มีการคลาดเคลื่อนได้ ต่อมาจึงมีการพัฒนานำเครื่องมือในการตรวจวัด โดยเปรียบเทียบกับค่า PSR เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากผู้ประเมิน เรียกว่าค่าดัชนีสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Index: PSI) อยู่ในรูปสมการที่ 2

$$PSI = 5.30 - 1.91 \log (1+SV) - 0.01 \sqrt{C+P} - 1.38 (RD)^2 \quad (2)$$

โดยที่

PSI = Present Serviceability Index

SV = Slope Variance by Slope Profilometer

C = Major Cracking ($\text{ft}^2/1000 \text{ ft}^2 \text{ area}$)

P = Patching ($\text{ft}^2/1000 \text{ ft}^2 \text{ area}$)

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

ดังนั้นดัชนีสภาพบริการของทาง (PSI) จึงเป็นคะแนนสภาพบริการของทาง (PSR) ที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพความเสียหายต่างๆ นอกจากนี้ในการวิเคราะห์พบว่า ผู้ใช้ทางจะไม่ยอมรับสภาพบริการของทางที่มีคะแนนต่ำกว่า 2.5 สำหรับทางสายหลัก และต่ำกว่า 2.2 สำหรับทางสายรอง ซึ่งการค้นพบนี้ AASHTO ใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการออกแบบโครงสร้างชั้นทางให้มีสภาพอยู่ในช่วงบริการที่ผู้ใช้ทางยอมรับ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือช่วงอายุการใช้งานของทางที่ออกแบบ

2.3 โครงสร้างทาง

สาเหตุที่ทำให้โครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกได้ไม่เพียงพอหรือเสียหายเร็วกว่าอายุการให้บริการมีหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น ปริมาณจราจรหรือน้ำหนักบรรทุกเพิ่มมากเกินไปที่ออกแบบไว้ หรือคุณสมบัติของวัสดุโครงสร้างทางเปลี่ยนแปลงไปโดยที่น้ำหนักบรรทุกปกติทำให้อายุการให้บริการสั้นลง ดังนั้นการประเมินสภาพโครงสร้างทาง (Structural Evaluation) เพื่อตรวจวัดการรับน้ำหนักบรรทุก มีการประเมิน 2 วิธี คือ วัดความแอ่นตัว (Deflection) ของทางเมื่อมีน้ำหนักบรรทุกวิ่งผ่านด้วยเครื่องมือ Benkelman Beam, Dynaflect Road Rater, Falling Weight Deflectometer และวิธีที่ 2 ประเมินค่าความหนาประสิทธิภาพ (Effective Thickness) จากความสัมพันธ์ของ Subgrade Strength, Pavement Structure, Traffic Loading

งานวิจัยการประเมินสภาพทางในต่างประเทศ

Kunzang ได้ทำการศึกษาและกำหนดวิธีการสำหรับการประเมินสภาพผิวทางเพื่อคัดเลือกวิธีการในการซ่อมบำรุงทางที่ดีและเหมาะสม และเพื่อเป็นการเตรียมเครื่องมือและวิธีการในการซ่อมบำรุงทาง โดยให้อยู่บนพื้นฐานของค่าใช้จ่ายที่เท่ากัน และใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการวางแผนจัดสรรงบประมาณ โดย Kunzang ได้ทำการสำรวจสายทางตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือในการสำรวจ

สภาพสายทาง (Dynamic Cone Penetrometer Tests) เก็บข้อมูลจากพื้นที่ตัวอย่าง ได้แก่ ข้อมูลความเสียหายของผิวทาง ปริมาณจราจร ข้อมูลสภาพผิว เป็นต้น และได้ทำการวิเคราะห์ความเสียหายของสายทางจากการสำรวจโดยแบ่งประเภทความเสียหายของสายทางเป็น 11 ประเภท ได้แก่ การหลุดร่อน (Raveling) รอยปะซ่อม (Patch Deterioration) ร่องล้อ (Rutting) รอยแตกตามแนวขวาง (Transverse Cracks) รอยแตกตามขอบทาง (Edge cracks) คลื่นลูกกระนาบ (Shoving) ผิวทางมียางเยิ้ม (Bleeding) หลุมบ่อ (Potholes) รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Cracks) รอยแตกตามแนวยาว (Longitudinal Cracks) และผิวทางลื่น (Polished Aggregate) จากนั้นได้นำค่าความเสียหายของสายทางที่ได้จากการสำรวจมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพผิวทางโดยสูตรคำนวณดังสมการที่ 3

$$\text{Pavement Condition Index (PCI)} = 100 - b * X_m \quad (3)$$

PCI = Pavement Condition Index Value

X = Pavement Age in Months Measured form the Data of last Application of Major Activity

B = Slope Coefficient

M = Value that Controls the Degree of Curvature of the Performance Curve

Deduct Point = Distress Weight x Service Weight x Extent Weight

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจัดลำดับความสำคัญจากค่าความเสียหายตามหลักการและสมการนี้ก็จะทำให้สามารถทราบถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นแต่ละสายทางว่าสายทางใดมีความสำคัญมากน้อย จากนั้นก็จะเตรียมหาวิธีการในการซ่อมบำรุงโดยประเมินจากความเสียหายโดยคัดเลือกวิธีการบำรุงรักษาที่เหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้น

การบริหารจัดการงานบำรุงทางของหน่วยงาน Transport and Road Research Laboratory (TRRL)

TRRL (ESCAP, 1987) เป็นหน่วยงานวิเคราะห์วิจัยเกี่ยวกับงานถนนที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายและมีการนำหลักการมาใช้ปฏิบัติในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย TRRL ได้มีการศึกษาวิจัยและกล่าวถึงปัญหาของงานบำรุงทางในประเทศที่กำลังพัฒนา ว่าปัญหาใหญ่เกิดจาก

ถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับความต้องการในการคมนาคมและมีการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่าที่ออกแบบ ขณะที่ขาดการบำรุงรักษาที่สอดคล้องกับสถานภาพทาง หรือการบำรุงทางไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพราะงบประมาณจำกัด รวมไปถึงหน่วยงานบำรุงทางขาดการบริหารที่มีประสิทธิภาพ บุคลากรมีประสบการณ์ความชำนาญน้อยหรือไม่ลึกซึ้งถึงพื้นฐานงานบำรุงทางตามหลักการที่ว่า การป้องกันและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นสามารถยืดอายุการใช้งาน และทำให้ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานน้อยสุด และสามารถเปิดการจราจรบนเส้นทางได้อย่างต่อเนื่อง โดย TRRL ได้เสนอวิธีการ แกะไขและปรับปรุงงานบำรุงทางของประเทศที่กำลังพัฒนาเกี่ยวกับ การประเมินสภาพไว้ดังนี้

1. การประเมินด้วยสายตา (Visual Assessment)

ต้องอาศัยวิศวกรผู้ชำนาญการด้านบำรุงทางเป็นผู้ประเมินการให้บริการของสายทาง ในรูปของคะแนนสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Rating: PSR) คะแนนที่ได้จากกลุ่มผู้ประเมินนำมาจัดลำดับความสำคัญของสายทาง เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการตัดสินใจบำรุงทาง แต่วิธีการประเมิน ยังมีความแตกต่างของสภาพเมืองและพื้นที่จำเป็นต้องมีการประเมินให้เป็นรูปธรรม

2. การวัดค่าแอ่นตัว (Use of Deflections)

การวัดค่าความแอ่นตัวของถนนเป็นดัชนีชี้บอกถึงสภาพถนน โดยค่าความแอ่นตัวที่วัดจากสนามสูงต้องจัดลำดับให้มีความสำคัญกว่าเส้นทางที่มีค่าความแอ่นตัวน้อยกว่าในบางครั้งจะนำผลการประเมินด้วยสายตาร่วมกับค่าความแอ่นตัวใช้ตัดสินใจบำรุงทาง

3. การวัดค่าความเรียบ (Roughness Measurement)

จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาความเรียบของถนนเป็นวิธีการจัดลำดับที่เหมาะสม สอดคล้องแนวความคิดที่ว่าสภาพถนนจะดีหรือแย่เล็กน้อยเพียงใดต้องมาจากความคิดเห็นและเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ทาง (Serviceability) และโดยสัดส่วนตามสมการที่ 2.1 แล้วผลของ $slop\ Variance$ มีค่า 90% ของค่า PSI แสดงให้เห็นว่าดัชนีสภาพบริการของทาง อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความเรียบของผิวทาง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความเรียบ TRRL ได้เสนอให้ใช้ Vehicle Mounted Roughness Measuring Equipment ที่ตรวจวัดด้วยความเร็ว 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

การบำรุงทางในประเทศอุตสาหกรรม

ในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมการลงทุนก่อสร้างเส้นทางคมนาคมเส้นใดเส้นหนึ่งนอกจากจะคำนึงทางด้านวิศวกรรมแล้ว โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจด้วย

1. ประเทศเยอรมัน

เยอรมันเป็นประเทศที่มีโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมที่มั่นคง ผลกระทบจากการคมนาคมล่าช้าจึงมีผลต่อระบบสูง จึงต้องวางแผนจัดการบำรุงทางอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจุดมุ่งหมายป้องกันไม่ให้ความเสียหายของเส้นทางคมนาคมมีผลกระทบทำให้การลดค่าของระบบเศรษฐกิจ ดังนั้นในการลงทุนก่อสร้างเส้นทางจึงมีการรวมค่าใช้จ่ายการบำรุงทาง เครื่องจักร และอุปกรณ์งานบำรุงทางอยู่ในงบลงทุนด้วย และกำหนดวัตถุประสงค์ของงานบำรุงทางเพื่อให้มีประสิทธิภาพด้วยนโยบายให้ค่าบำรุงทางน้อยที่สุด โดยใช้การบำรุงแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายลุกลาม และคำนึงถึงค่าใช้จ่ายผู้ใช้รถ (User Cost) เกิดขึ้นน้อยที่สุดด้วยการบำรุงทางให้อยู่ในสภาพดี ซึ่งจะส่งผลให้การเดินทางสะดวก รวดเร็ว ลดระยะเวลาการเดินทาง ลดค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง และลดต้นทุนการสูญเสียของเศรษฐกิจจากการเกิดอุบัติเหตุ ป้องกันผลกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษ และพัฒนาบุคลากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นเพื่อสนองนโยบายประเทศเยอรมันจึงใช้เกณฑ์ความเรียบ (Roughness) เป็นเกณฑ์หลักและพิจารณาร่วมกับต้นทุนสำหรับผู้ใช้น้ำหนัก (Road User Cost) ในการบริหารงานบำรุงทาง

2. ประเทศฝรั่งเศส

ประเทศฝรั่งเศสมีนโยบายเกี่ยวกับงานบำรุงทางโดยมุ่งเน้นด้านเศรษฐศาสตร์เป็นนโยบายหลัก ดังนั้นการประเมินสภาพสายทางเพื่อบำรุงจึงควบคุมโดยความเรียบ (Roughness) เช่นเดียวกับประเทศอุตสาหกรรมอื่นๆ มีการใช้เครื่องมือประเมินความเรียบของถนนที่เรียกว่า The Longitudinal Profile Analyses ตรวจวัดค่า UNI Value ที่มีช่วงคะแนน 0 – 90 คะแนน และองค์ประกอบการพิจารณาร่วมคือ ความเสียหายของทาง (Degradation) ที่ตรวจสอบได้จากความเสื่อมสภาพผิวทางในรูปการแตกร้าว (Cracking) การเสียรูป (Distortion) ความถี่ในการบำรุง (Maintenance Frequency) ปริมาณจราจร (Traffic) และ Thaw Barriers ซึ่งแต่ละเกณฑ์มีค่าน้ำหนักแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 น้ำหนักขององค์ประกอบการพิจารณาเพื่อบำรุงทางของประเทศฝรั่งเศส

องค์ประกอบ	น้ำหนัก
UNI Value	3
Degradation	1
Maintenance Frequency	1
Traffic	1
Thaw Barriers	1

ที่มา: วิศว (2544)

3. ประเทศเคนมาร์ก

กระทรวงขนส่งของประเทศเคนมาร์กเป็นหน่วยงานกลางที่ดูแลจัดการบริหารระบบถนน (Pavement management System : PMS) ให้ความสำคัญของการบำรุงทางว่า ต้องได้รับผลตอบแทนสูงสุดในการลงทุนเส้นทางและเหมาะสมกับงบประมาณที่มีการจำกัด ดังนั้น การประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางจึงเป็นสิ่งจำเป็น จึงมีการสำรวจสภาพทาง 2 สถานภาพประกอบการประเมิน คือ การประเมินสภาพผิวทางและการประเมินสภาพโครงสร้างทาง

สภาพผิวทางเป็นการประเมินสถานภาพของทางว่าให้บริการผู้ใช้เส้นทางในปัจจุบันดีเพียงใดด้วยการใช้ความเรียบ (Roughness) เป็นตัวชี้วัด เพราะความเรียบของถนนมีผลต่อค่าใช้จ่ายผู้ใช้เส้นทางโดยตรง ซึ่งการเก็บข้อมูลความเรียบได้ใช้เครื่องมือ Bump Integrator และ Dynatest Roughness and Distress Measurement (RDM) ตรวจวัดค่าความเรียบแล้วแปลงเป็นค่าคะแนนสภาพบริการของทาง

สภาพโครงสร้างทางมีการประเมินสภาพโครงสร้างทางว่าปัจจุบันรับกำลังได้เพียงใด เพื่อคาดการณ์สถานภาพทางในอนาคต การประเมินใช้วิธีเช่นเดียวกับการออกแบบถนนด้วย Analytical– Empirical Design เป็นการหาความสัมพันธ์ของ Stress และ Strain ของวัสดุโครงสร้างทางในแต่ละชั้น

นอกจากนั้นยังมีการข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อร่วมพิจารณาถึงสภาพผิวทางและโครงสร้างทาง ได้แก่ การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Condition) เกี่ยวกับลักษณะและปริมาณความเสียหายของผิวทาง นำผลที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณา Benefit Cost Ratio เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทาง และกำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance) ไว้เป็นข้อมูลเพื่อความปลอดภัย

4. ประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นใช้ค่า Maintenance Control Index (MCI) ประเมินสภาพทางและตัดสินใจว่าต้องบำรุงด้วยวิธีการใด ซึ่งในกระบวนการพัฒนา MCI พื้นฐานเริ่มจากให้วิศวกรงานทางสำรวจสภาพถนนเพื่อกำหนดคุณสมบัติความเสียหายที่มีผลต่อดัชนีความสะดวกสบาย (Serviceability Index) ทำให้การประเมินมีความน่าเชื่อถือมากกว่าผู้ใช้ถนน จากนั้นนำผลการสำรวจความเสียหายมาพัฒนาวิเคราะห์โดยวิธี Multi – Regression ได้สมการดัชนีสภาพทาง ดังแสดงในสมการที่ 4 ถึง 6

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (4)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (5)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (6)$$

โดยที่

MCI_0 = ดัชนีสภาพทางกรณีที่เกิดความเสียหายแบบร่องล้อและรอยแตก

MCI_1 = ดัชนีสภาพทางกรณีที่เกิดความเสียหายเฉพาะรอยแตก

MCI_2 = ดัชนีสภาพทางกรณีที่เกิดความเสียหายเฉพาะร่องล้อ

C = อัตราส่วนพื้นที่รอยแตก (%)

D = ความลึกของร่องล้อ (มม.)

เป็นที่สังเกตว่า หากการจัดลำดับงานบำรุงรักษาทางโดยใช้ร่องล้อเพียงอย่างเดียวเป็น ตัวตรวจสอบก็จะใช้สมการที่ (6) ทำนองเดียวกันหากใช้รอยแตกเป็น ตัวตรวจสอบอย่างเดียวก็ต้อง ใช้สมการที่ (5) และถ้าหากว่าต้องการใช้ทั้งร่องล้อและรอยแตกเป็นเครื่องชี้วัดก็ต้องใช้สมการที่ (4) จากผลคะแนน MCI แสดงถึงสภาพทาง และวิธีการบำรุงทาง ดังตารางที่ 5 และ ตารางที่ 6

ตารางที่ 5 คุณภาพทางตามค่า MCI

คะแนน MCI	คุณภาพทาง	สภาพทาง
10.00	ดีมาก	ไม่มีส่วนใดเสียหาย
8.00	ดี	มีเสียหายเล็กน้อย
6.00	พอใช้	มีความเสียหาย แต่ไม่ต้องแก้ไขมาก
4.00	เสียหายหนัก	ความเสียหายต้องรีบแก้ไข
2.00	เสียหายหนักมาก	ความเสียหายรุนแรง

ที่มา: วิศว์ (2544)

ตารางที่ 6 วิธีการบำรุงตามค่า MCI

MCI	วิธีการบำรุง
มากกว่า 5.00	บำรุงปกติ
4.00 – 5.00	บำรุงรักษาขนาดเบา
3.00 – 4.00	บำรุงรักษาขนาดกลาง
น้อยกว่า 3.00	ซ่อมบำรุงหนัก

ที่มา: วิศว์ (2544)

MCI ใช้เพื่อกำหนดค่ารวมของระดับสภาพของทาง จากการกำหนดระดับพหุติภาพของ ทางก็สามารถหาค่า MCI ของทางหลวงทั่วประเทศว่ามีทางหลวงมากน้อยเพียงไรที่มีระดับต่ำกว่า ค่าที่กำหนดเป็นมาตรฐานไว้ จากตัวเลขนี้สามารถที่จะกำหนดงบประมาณที่จะใช้จ่ายเพื่อบำรุงทาง ให้ทางหลวงทั่วประเทศมีระดับไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้

วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมแก่การปฏิบัติและเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ค่าความเสียหายที่สำคัญอย่างเด่นชัดมาจัดลำดับความสำคัญของงานบำรุงรักษาทาง

การบำรุงทางในประเทศกำลังพัฒนา

ESCAP (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 1987) ได้ศึกษาวิจัยงานบำรุงทางในประเทศกำลังพัฒนา และกล่าวไว้ว่าค่าใช้จ่ายในเส้นทางคมนาคมมีค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ค่าก่อสร้าง (Road Construction) ค่าบำรุงทาง (Road Maintenance) และค่าใช้จ่ายผู้ใช้เส้นทาง (Road User Costs) เมื่อถนนมีค่าใช้จ่ายหลัก 3 ส่วนนี้ ถนนที่ขาดการบำรุงทางที่เหมาะสมจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายผู้ใช้เส้นทางสูงขึ้นมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และปัญหานี้พบมากในประเทศกำลังพัฒนาและรุนแรงขึ้น กล่าวคือมีปริมาณจราจรเพิ่มระดับสูงเกินกว่าที่ออกแบบไว้โดยเฉพาะการบรรทุกน้ำหนักเกินมักพบเป็นประจำ ดังนั้นการวางแผนการลงทุนด้านก่อสร้างถนนต้องวางแผนในระยะยาวและมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงทางให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมประมาณปีละ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ของงบลงทุน แต่หากมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การจัดการบริหารงานบำรุงทางจึงต้องมีวิธีการประเมินสภาพเพื่อจัดลำดับสายทางในการบำรุงรักษา (Road Maintenance Priority Rating) ให้เหมาะสม

5. ประเทศฟิลิปปินส์

ประเทศฟิลิปปินส์มีโครงข่ายถนนประมาณ 160,000 กิโลเมตร แบ่งประเภทถนนออกเป็น 4 ประเภท คือ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ในเมืองและเขตเทศบาล ในการบำรุงรักษาทาง รัฐบาลกลางดูแลเฉพาะทางหลวงแผ่นดิน นอกนั้นมอบให้ท้องถิ่นดูแลโดยที่รัฐบาลกลางช่วยเหลือเฉพาะด้านเทคนิค วิชาการ ซึ่งการบำรุงทางได้ใช้ระบบการจัดการบริหารงานบำรุงทางเป็น 5 ขั้นตอนประกอบด้วย วางแผน กำหนดเวลา ปฏิบัติและควบคุม รายงานผลและตรวจสอบตามลำดับ ในขั้นตอนวางแผนงานการตรวจสอบสภาพถนนเพื่อบำรุงทั่วไปใช้การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection) ส่วนการฟื้นฟูหรือปรับปรุงให้ดีขึ้นตรวจสอบประเมินสภาพทางโดยการวัดค่าความแอ่นตัวของถนนด้วยเครื่องมือ Benkleman Beam และเครื่องมือวัดความเรียบ (Roughness Instrument)

6. ประเทศอินเดีย

ในประเทศอินเดียแบ่งประเภททางหลวงเป็นทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ทางหลวงชนบทและในเมือง กำหนดวิธีการบำรุงทางตามข้อเสนอแนะของกระทรวงการขนส่ง (Ministry of Surface Transports Repairs) ซึ่งแบ่งประเภทการบำรุงเป็น 4 กิจกรรม คือบำรุงปกติ (Ordinary Repairs) บำรุงตามกำหนดเวลา (Periodic Surface Renewals) บำรุงพิเศษ (Special Repair Works) และฉุกเฉิน (Flood Damage or Emergent Repairs) มีการประเมินสภาพทางเพื่อจัดกิจกรรมการบำรุงทางด้วยวิธีการสังเกตด้วยสายตา (Visual Observations) แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณของประเทศทำให้ไม่สามารถจัดสรรงบประมาณในการบำรุงทางให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีทุกสายทาง มีผลทำให้ช่องว่างของความแตกต่างระหว่างความต้องการกับงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดเพิ่มมากขึ้นทุกปี

7. ประเทศมาเลเซีย

การบำรุงรักษาและพัฒนางานทางในประเทศมาเลเซีย มีหน่วยงานรับผิดชอบทั้งระดับรัฐบาลกลางและท้องถิ่น มีการควบคุมระบบข้อมูลทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Integrated Computer Management System) ซึ่งเป็นแนวความคิดที่เหมาะสมกับการบำรุงทางและช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางเพื่อบำรุงทางด้วย ส่วนด้านงบประมาณบำรุงทางประเทศมาเลเซีย มีการเก็บภาษีจากผู้ใช้นถนน (Road User Taxes) โดยรัฐบาลกลาง และตั้งเป็นกองทุนจัดสรรให้ท้องถิ่นบำรุงดูแลรักษาถนน ดังนั้นการที่ผู้ใช้รถเสียภาษีเพื่อนำรายได้มาบำรุงทางให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีเป็นแนวความคิดใหม่ ร่วมกับการจัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ข้อมูลเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้เพื่อจัดการบริหารงานบำรุงทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การบำรุงรักษาทางในประเทศไทย

กรมทางหลวง (Department of Highways)

กรมทางหลวง (รัชต์, 2524) เป็นหน่วยงานสังกัดกระทรวงคมนาคม มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการบริหารจัดการทางหลวงประเภททางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางหลวงสัมปทานในบางเส้นทางมีการวางแผนบำรุงรักษาทางโดยทั่วไปตามหลักเกณฑ์เป็น 2 แนวทาง

แนวทางที่ 1 บำรุงทางเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนและช่วยยืดอายุการให้บริการ

แนวทางที่ 2 บำรุงทางเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงทางที่ชำรุดเสียหายให้กลับคืนสภาพ

แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณบำรุงทาง จึงมีการพิจารณาหาหลักเกณฑ์เพื่อจัดลำดับความเร่งด่วนในงานบำรุงทางของทางหลวงแต่ละสายทั่วประเทศ ซึ่งหลักเกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินสภาพทางในระดับทางหลวงจังหวัดมีขั้นตอนการพิจารณา 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ความสามารถในการรับน้ำหนักของทาง (Deflection)

การพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนักของทางใช้ผลค่าความแอ่นตัว (Deflection) ซึ่งหมายถึงขนาดการยุบตัวของทางเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกและส่วนที่ยุบตัวของทางจะคืนกลับที่เดิมเมื่อน้ำหนักที่มากกระทำผ่านพ้นไป ผลจากการตรวจวัดค่าความแอ่นตัวสูงแสดงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างทางต่ำ และในทางกลับกันค่าความแอ่นตัวต่ำแสดงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างสูง

2. สภาพของผิวทาง (Surface Condition)

ความเสียหายหรือความเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏให้เห็นบนผิวทาง บางลักษณะมีผลกระทบต่อโครงสร้าง แต่ความเสียหายทุกชนิดที่เกิดบนผิวทางจะมีผลต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ยานพาหนะ และความปลอดภัย กรมทางหลวงได้กำหนดความเสียหายของผิวทางลาดไปตาม The Asphalt Institute แยกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วยรอยแตก (Cracking) การหลุดร่อน (Disintegration) การเสียรูป (Distortion) และการลื่นไถล (Skid Hazard) มีการตรวจสอบสภาพผิวทางโดยใช้วิธีประเมินจากสิ่งที่มองเห็นบนผิวทาง (Visual Evaluation) เก็บรวบรวมความเสียหายเป็นพื้นที่ แล้วนำผลที่ได้มาจัดน้ำหนักการให้คะแนนตามสภาพผิวทางที่เสียหายมากไปจนถึงดีมาก โดยการประเมินจากวิศวกร 4 คน แต่ละคนประเมินค่าอย่างอิสระแล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ย

3. ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

ปริมาณจราจรมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างทาง ถนนที่รับปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันสูงจะเป็นดัชนีแสดงถึงความต้องการในงานบำรุงทางที่มีความเร่งด่วนต้องบำรุงทางมากกว่าถนนที่ปริมาณจราจรน้อย การพิจารณาในส่วนนี้จึงอยู่ในรูปอัตราส่วนของปริมาณการจราจรปัจจุบัน (Volume) ต่อความสามารถในการรับปริมาณจราจรได้สูงสุด (Capacity) ของแต่ละเส้นทาง

4. ความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance)

ความฝืดของผิวทางมีผลต่อความปลอดภัยในการจราจร เพราะถนนที่ลื่นมากอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นเมื่อผิวทางเปียกต้องดำเนินการปรับปรุงให้ดีขึ้น การตรวจใช้เครื่องมือวัดในรูปแบบของความต้านทานต่อการลื่นไถลของผิวทางที่เปียก

จากองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ มีองค์ประกอบที่นำมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับบำรุงทางเพียง 3 ประการ คือ Deflection Ration, Surface Evaluation Rating, Traffic Rating ส่วนความฝืดของผิวทางตรวจวัดบันทึกไว้เป็นส่วนความปลอดภัยเท่านั้น สมการที่ 7 ใช้ประมาณสภาพทางเพื่อจัดทำลำดับความสำคัญในงานบำรุงทาง

$$R_p = 0.4 R_d + 0.4 R_s + 0.2 R_t \quad (7)$$

โดยที่

R_p = Pavement Rating Value

R_d = Deflection Rating

R_s = Surface Evaluation Rating

R_t = Traffic Rating

เมื่อได้ค่า R_p แล้วสามารถนำไปกำหนดวิธีการบำรุงที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 วิธีการบำรุงตามค่า R_p

ค่า R_p	วิธีการบำรุง
0 – 30	Reconstruction
30 – 50	Rehabilitation
50 – 60	Resurface
60 – 80	Seal Coat
80 – 100	Routine Maintenance

ที่มา: รัช (2524)

ในการพัฒนาด้านบำรุงทาง กรมทางหลวงได้ดำเนินการอย่างต่อเนื่องหลังจากที่มีการประเมินสภาพทางตามค่า Pavement Rating Value (R_p) แล้ว ระดับคุณภาพทางมีความต้องการที่ดีขึ้นจากระดับเดิม ในปี 2529 จึงมีการนำระบบ Burrow Snaith Management (BSM) ซึ่งเป็นระบบบริหารจัดการบำรุงทางของประเทศอังกฤษ มาพัฒนาใช้ในประเทศไทยเรียกว่า Thailand Pavement Management System (TPMS) เพื่อช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของถนนให้มีความละเอียดครอบคลุมความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่ง TPMS มีวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อการบริหารจัดการบำรุงทาง แยกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะและส่วนประกอบของทาง ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณจราจร และส่วนที่ 3 เป็นข้อมูลคุณภาพทางซึ่งในส่วนการจัดลำดับความสำคัญของสายทาง TPMS ให้พิจารณาจากสมการที่ 8

$$DRV = D (DWP \times bfA) (TWP \times bfB) \quad (8)$$

โดยที่

DRV = ค่าระดับความเสียหาย (Defect Rating Value)

D = ร้อยละความหนาแน่นของความเสียหายต่อช่วงประเมิน

DWP = Defect Weighting Percentage

TWP = Traffic Weighting Percentage

bfA, bfB = ค่าแฟกเตอร์ที่ใช้ลดระดับความเสียหาย

ในการประเมิน กำหนดให้ 1 กิโลเมตรเลือกตรวจสอบเฉพาะช่วงเป็นระยะทาง 200 เมตร และกำหนดความเสียหายของถนนเป็น 6 ประเภทความเสียหาย วิธีการตรวจวัด ระดับความรุนแรง เพื่อนำค่าความหนาแน่นไปหารระดับความรุนแรงอยู่ในรูป DRV (Defect Rating Value) แยกตามแต่ละประเภท โดยความสำคัญของแต่ละความเสียหายแปรเปลี่ยนตามค่า DWP (Defect Weighting Percentage) ซึ่งในส่วนนี้เป็นข้อมูลการพัฒนาของประเทศอังกฤษ จากนั้นจึงพิจารณาค่า DRV ของแต่ละประเภทความเสียหายเลือกค่าที่มีผลเปอร์เซ็นต์สูงสุดของช่วงประเมินเป็นค่า PV (Priority Value) ของช่วงสายทางนั้นนำไปเปรียบเทียบกับเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางอื่น สายทางที่มีค่า PV สูงคือสายทางที่มีความเสียหายมากควรรับดำเนินการซ่อมบำรุง

อย่างไรก็ตามการประเมินสภาพตาม TPMS ในช่วงระยะเริ่มแรกยังไม่มีการพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ กรมทางหลวงจึงได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง และปรับตัวอุปสงค์ของการบำรุงทางว่าสภาพบริการต้องเป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้เส้นทาง และเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ในรูปของ Net Present Value (NPV) หรือ Benefit Cost Ratio ในส่วนของสภาพการให้บริการโดยใช้เกณฑ์ระดับของความเรียบเป็นตัวกำหนด (Roughness Intervention Level) มีการนำเครื่องมือที่เรียกว่า Bump Integrator เพื่อใช้วัด Roughness ได้ผลในรูปค่า International Road Roughness: IRI มีหน่วยเป็น มม./กม. หรือ มม./ม. ตามมาตรฐานของธนาคารโลก (World Bank) และนำผลของ ค่า IRI มาปรับแก้เทียบกับค่า PSI ของ AASHTO ตามสมการที่ 9

$$IRI = 5.5 \ln \left[\frac{5.0}{PSI} \right] \pm 25\% \quad (9)$$

ผลจากการตรวจสอบความเรียบของถนนด้วยเครื่องมือ Bump Integrator ที่ใช้ในการประเมินสภาพทาง เพื่อจัดลำดับความสำคัญในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สภาพผิวทางตามค่า IRI

ค่า IRI (ม./กม.)	สภาพผิวทางที่ประเมิน
น้อยกว่า 3.00	ดีมาก
3.01 – 3.75	ดี
3.76 – 4.75	พอใช้
4.76 – 5.50	เสียหายหนัก
มากกว่า 5.50	เสียหายหนักมาก

ที่มา: สราวุธ (2533)

ระบบบริหารงานบำรุงทางของกรมทางหลวง (Thailand Pavement Management System; TPMS)

ระบบบริหารงานบำรุงทางของกรมทางหลวง เป็นระบบที่พัฒนามาตั้งแต่ปี 2527 โดยการช่วยเหลือของธนาคารโลก ระบบที่นำมาใช้คือระบบ BSM (Burrow and Snaith Maintenance System) จากประเทศอังกฤษซึ่งพัฒนาโดยบริษัท John Burrow and Partners, ในการดำเนินงานครั้งแรกได้มีการทดลองและพัฒนาปรับปรุงระบบให้เข้ากับสภาพถนนและการจราจรของประเทศไทย และกรมทางหลวงได้ใช้ระบบนี้ทั่วประเทศในปี 2530 โดยเรียกระบบบริหารงานบำรุงทางนี้ว่า ระบบ TPMS (Thailand Pavement Management System) ในขณะเดียวกันในปี 2527 กรมทางหลวงร่วมกับ UK Transportation and Road Research Laboratory (TRRL) ทำโครงการศึกษาความเสียหายของถนน (Road deterioration study) ประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย โดยเลือกถนน 24 เส้นทางทั่วประเทศ แล้วรวบรวมข้อมูลความเสียหายและประวัติการซ่อมบำรุงเพื่อศึกษาดูตามพฤติกรรมของถนนตามสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศต่างๆ กัน

ระบบ TPMS ที่พัฒนามาจากระบบ BSM แนะนำวิธีการซ่อมบำรุงทาง และจัดลำดับความสำคัญโดยพิจารณาจากปริมาณความเสียหายลักษณะความเสียหาย และปริมาณการจราจร ในขณะที่การวางแผนงานบูรณะก่อสร้าง โดยกองแผนงาน จะพิจารณาจากการศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ทำให้วิธีการกำหนดแผนงานของหน่วยงานทั้งสองไม่สอดคล้องกัน จึงไม่อาจจะพิจารณากำหนดวงเงินที่เหมาะสมที่จะจัดสรรให้กับงานบูรณะและงานบำรุงทางได้

ในปี 2532 กรมทางหลวงโดยความช่วยเหลือของธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (ADB) ได้ว่าจ้างบริษัท N.D.Lca international Limited ทำการปรับปรุงระบบ TPMS ให้สามารถพิจารณาเงินงบประมาณตามความต้องการซ่อมบำรุงทางโดยพิจารณาจากความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจแทนการพิจารณาจากความเสียหายของทางเพียงอย่างเดียว ซึ่งบริษัท N.D. Lea ได้ดำเนินการโดยนำระบบ HDM-III ซึ่งพัฒนาโดยธนาคารโลกมาปรับปรุงใหม่ให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพถนนของประเทศไทย บริษัทฯ ได้นำผลการศึกษาจากโครงการวิจัยเรื่องการศึกษาความเสียหายของถนนที่กรมทางหลวงดำเนินการร่วมกับ TRRL ตั้งแต่ปี 2527 มาใช้ในการปรับเปลี่ยนการทำนายพฤติกรรมของถนนตามระบบ HDM-III ซึ่งได้มาจากผลการศึกษาที่ธนาคารโลกดำเนินการในประเทศบราซิล และอินเดีย เป็นต้น และได้มีการทดลองใช้กับสภาพถนนจริง เพื่อปรับวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมให้ตรงกับการซ่อมบำรุงของกรมทางหลวง และได้นำเสนอระบบ TPMS Budgeting Module ให้กับกรมทางหลวงเพื่อใช้ในการวางแผนงานบำรุงทาง และเริ่มใช้ในทุกสำนักงานทางหลวงตั้งแต่ปี 2537

การดำเนินการตามระบบ TPMS ประกอบด้วยขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

1. ข้อมูลลักษณะทาง (Road Inventory) ทางหลวงพิกัดยาวทั่วประเทศจะถูกแบ่งย่อยเป็นช่วง (Section) ช่วงละ 1 กม. ซึ่งใช้ตามหลักกิโลเมตรเดิมที่มีอยู่แล้ว และแต่ละช่วงจะแบ่งออกเป็นช่วงย่อย (Subsection) ช่วงละประมาณ 200 ม. ช่วงย่อยนี้จะเป็นฐานข้อมูลหลักในระบบ TPMS ทั้งหมด ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทางด้านวิศวกรรมและปริมาณการจราจร (Engineering and Traffic Characteristics) ของแต่ละช่วงย่อย เช่น ความยาวของช่วงย่อย ความกว้างผิวทาง ไหล่ทางชนิดของพื้นทาง ปริมาณจราจร จะดำเนินการสำรวจโดยหน่วยสำรวจสนาม (Field Survey Team; FST) ตามแบบฟอร์มที่กำหนดแล้วนำไปบันทึกในแฟ้มข้อมูลหลัก (Area Master File) ในคอมพิวเตอร์ที่สำนักงานทางหลวง

2. ข้อมูลสภาพทาง (Road Condition) หน่วยสำรวจทางจะดำเนินการสำรวจข้อมูลสภาพทาง เช่น ความเสียหายหนัก เสียหายเบา (Major and Minor Deterioration) ร่องล้อ (Rutting) ความเสียหายที่ขอบผิวทาง (Edge Deterioration) เป็นต้น ตามแบบฟอร์มที่กำหนด โดยใช้เครื่องมือง่าย ๆ เช่น เทปวัด ไม้บรรทัด (Straight Edge) ลิ้มวัด (Wedge) เป็นต้น เมื่อสำรวจข้อมูลได้แล้วจะรวบรวมนำส่งสำนักงานทางหลวงเพื่อบันทึกลงคอมพิวเตอร์ การสำรวจสภาพทางนี้นอกจากการสำรวจ

ด้วยหน่วย FST ซึ่งเป็นการสำรวจด้วยการสังเกต โดยอาศัยความชำนาญของผู้สำรวจ (Visual Inspection) เป็นหลักแล้ว ในบางครั้งจำเป็นต้องทำการสำรวจเพิ่มเติม โดยอาศัยเครื่องมือวัดที่แน่นอนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น จะมีหน่วยประเมินผลสภาพทาง (Field Evaluation Unit; FEU) ออกไปดำเนินการสำรวจอีกครั้งโดยใช้เครื่องมือวัด เช่น Benkelman Beam, Dynamic Cone Penetrometer หรือ Pendulum Tester เป็นต้น การวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุง (Treatment Determination) เมื่อข้อมูลความเสียหายที่สำรวจโดยหน่วย FST ได้บันทึกลงในคอมพิวเตอร์แล้ว ระบบ TPMS จะทำการวิเคราะห์หาวิธีการซ่อมบำรุง โดยนำพื้นที่ความเสียหายมาหาเปอร์เซ็นต์ความเสียหายแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (Intervention Level) ที่กำหนดไว้แล้วในระบบ ระบบก็จะแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงในแต่ละช่วงย่อย (Subsection) เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ในระบบนี้สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพข้อเท็จจริงทางด้านวิศวกรรมของแต่ละพื้นที่

การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) ระบบ TPMS จะแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงสำหรับแต่ละช่วงย่อย 200 ม. ในขณะเดียวกันระบบก็จะคำนวณให้คะแนนความสำคัญของแต่ละความเสียหายเพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนนความสำคัญ จากปริมาณความเสียหาย ชนิดของความเสียหาย และปริมาณการจราจร ในกรณีที่ช่วงย่อยมีความเสียหายหลายชนิด ก็จะมีค่า DRV หลายค่า ระบบได้หาวิธีการจัดลำดับความสำคัญ โดยกำหนดค่า Priority Value ดังสมการที่ 10

$$DRV = \% \text{ ความเสียหาย} \times DWP \times TWP \times (\text{พท. จริง} / \text{พท. เฉลี่ย}) \quad (10)$$

โดย

DRV	=	Defect Rating Value
DWP	=	Defect Weighting Percentage
TWP	=	Traffic Weighting Percentage

ในกรณีที่ช่วงย่อยมีความเสียหายหลายชนิด ก็จะมีค่า DRV หลายค่า ระบบได้หาวิธีการจัดลำดับความสำคัญโดยการกำหนดค่า Priority Value ดังนี้

PVA = ค่า DRV ที่มีค่ามากที่สุดของช่วงย่อยนั้น
 PVB = ผลรวมของ ค่า DRV ในช่วงย่อยนั้น

การจัดลำดับความสำคัญจะเรียงลำดับตามค่า PVA จากมากไปหาน้อย หากค่า PVA เท่ากัน ระบบจะเลือกค่า PVB ที่มากที่สุดก่อน

การดำเนินการรวบรวมข้อมูล (Data Collection) ตามระบบ TPMS Budgeting Module

1. ข้อมูลลักษณะทาง (Road Inventory) ใช้ข้อมูลและวิธีการเก็บข้อมูลเช่นเดียวกับระบบ TPMS

2. ข้อมูลสภาพทาง (Road Condition) ข้อมูลสภาพทางแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

Distress Condition คือ ข้อมูลความเสียหายของทาง เช่น ผิวแตก หลุมร่อน หลุมบ่อ ร่องล้อ เป็นต้น ใช้วิธีการสำรวจข้อมูลด้วยตา (Visual Inspection) เป็นส่วนใหญ่

Performance Condition คือ ข้อมูลแสดงสภาพของถนนที่มีผลต่อการใช้รถ ถนนอาจจะไม่มีความเสียหายในรูปของรอยแตก หลุมบ่อ แต่มีความขรุขระ (Roughness) ทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกไม่สบายในการขับรถ ต้องใช้ความเร็วต่ำ ลื่นเปื้อนน้ำมัน และรถยนต์สึกหรอเร็วกว่ากำหนด เป็นต้น การสำรวจข้อมูลทำได้โดยการวัดค่าความขรุขระของถนนโดยใช้เครื่องมือวัดการเคลื่อนที่ของล้อรถตามแนวดิ่งซึ่งเปลี่ยนไปตามระดับตามแนวยาวของถนน (Longitudinal Profile) เช่น Bump Integrator เป็นต้น

Structural Condition คือ ข้อมูลที่แสดงความสามารถของถนนในการรับน้ำหนักบรรทุก เครื่องมือที่นิยมใช้วัดโดยทั่วไปคือ Benkelman Beam ในปัจจุบันกรมทางหลวงได้นำเครื่องมือ Falling Weight Deflectometer (FWD) มาใช้ ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถวัดการแอ่นตัวของโครงสร้างถนนในแต่ละชั้นได้ ทำให้สามารถคำนวณหาความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างถนนได้ละเอียดมากขึ้น

ในระบบ TPMS Budgeting Module ยังคงใช้ข้อมูล Distress และ Structural Condition จากหน่วย FST และ FEU เหมือนเดิมแต่ได้เพิ่มข้อมูลด้าน Performance จากค่า Roughness ของถนนซึ่งได้จากสำนักวิเคราะห์และวิจัยที่ทำการสำรวจค่า Roughness โดยใช้เครื่อง Bump Integrator เนื่องจากในระบบ TPMS Budgeting Module ได้เพิ่มการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐกิจในการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม โดยใช้ระบบ HDM-III ซึ่งข้อมูล Roughness เป็นข้อมูลที่สำคัญในการวิเคราะห์ดังกล่าว

การวิเคราะห์วิธีการซ่อมบำรุง (Treatment Determination) ในการวิเคราะห์หาวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ (Economic Justification) นั้น มีหลักการ คือ การหาค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการเดินทาง (Total Transport Cost) ในเส้นทางที่วิเคราะห์ในช่วงเวลาหนึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นประกอบด้วย (ก) ค่าก่อสร้าง (Construction Cost) หมายถึง ค่าก่อสร้างค่าเวนคืน ที่ดิน รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการก่อสร้างทั้งหมด (ข) ค่าบำรุงทาง (Maintenance Cost) หมายถึง ค่าบำรุงทางทั้งหมดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่วิเคราะห์โครงการ โดยงานบำรุงทางที่จะดำเนินการมี 2 ส่วน คือ งานบำรุงทางที่ต้องดำเนินการในทันทีเพื่อซ่อมบำรุงทางที่ชำรุดเสียหายอยู่ในปัจจุบันให้กลับสู่สภาพปกติ (Corrective Maintenance) งานบำรุงทางที่จะต้องทำต่อไปตลอดช่วงที่วิเคราะห์โครงการเพื่อรักษาสภาพถนนให้อยู่ในสภาพที่ต้องการ (Preventive Maintenance) เช่น งาน Overlay เมื่อถนนมีค่า Roughness ตามเกณฑ์กำหนด หรือการ Seal Coat เมื่อถนนมีรอยแตกเกิดขึ้นเป็นต้น (ค) ค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs) ประกอบด้วย ค่าน้ำมัน ค่ายางรถยนต์ ค่าบำรุงรักษารถ ค่าเวลาในการเดินทาง และค่าเสียหายอื่นๆ วิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม คือวิธีการซ่อมบำรุง ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมด (Total Transport Cost) ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่วิเคราะห์ในที่นี่คือ 30 ปีน้อยที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมไม่จำเป็นต้องเป็นวิธีที่ถูกที่สุดหรือเป็นวิธีที่ถูกต้องที่สุดในการซ่อมบำรุงตามหลักวิชาการ แต่เป็นวิธีที่เมื่อดำเนินการซ่อมบำรุงแล้วทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถได้มากที่สุด จากหลักการดังกล่าว บริษัทวิศวกรที่ปรึกษา N.D.Lea ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลความเสียหายของถนนในประเทศไทยที่ได้จากโครงการศึกษาความเสียหายของทาง (Road Deterioration Study) แล้วปรับแก้การวิเคราะห์ความเสียหายของถนนตามระบบ HDM-III ให้เป็นไปตามสภาพถนนของประเทศไทยแล้วนำผลที่ได้ไปตรวจสอบสภาพข้อเท็จจริงในสนามและจัดทำเป็นตารางการคัดเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสม (Optimum Treatment Matrix) เพื่อใช้สำหรับระบบ TPMS Budgeting Module

การจัดลำดับความสำคัญ (Prioritization) ระบบ TPMS Budgeting Module จะแนะนำวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Treatment) โดยแสดงค่า Benefit to Cost Ratio (B/C) และค่า Net Present Value (NPV) ของแต่ละช่วงย่อย ขณะเดียวกันได้แนะนำวิธีการซ่อมบำรุงวิธีอื่นซึ่งให้ค่าผลตอบแทนน้อยกว่า ลดหลั่นกันไปอีก 2-4 วิธี ให้ผู้ใช้สามารถเลือกวิธีการที่ดีและเหมาะสมกับการปฏิบัติงานที่สุดได้

กรมโยธาธิการ (Department of Public Works)

กรมโยธาธิการ (กองบูรณะและบำรุงรักษา, 2544) เป็นหน่วยงานที่รัฐบาลมอบให้ดำเนินการเกี่ยวกับทางหลวงชนบท ในด้านงานบำรุงทางหลวงชนบท ได้จัดแบ่งงานบำรุงทางด้วยพื้นฐานความเสียหายของถนนและอายุการใช้บริการของถนนเป็น 4 กิจกรรม ดังนี้

1. งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) เป็นงานบำรุงที่กระทำเป็นประจำ และต้องรีบดำเนินการโดยทันทีเมื่อตรวจพบความเสียหายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดลุกลาม อีกทั้งให้คงอยู่ในสภาพจับขี่ได้อย่างปลอดภัย
2. งานบำรุงตามกำหนดเวลา (Periodic Maintenance) เป็นงานบำรุงที่ดำเนินการเมื่อได้กำหนดเวลาเพื่อให้อายุการใช้งานของถนนเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ และมีความแข็งแรงใกล้เคียงตอนก่อสร้างเสร็จ เช่นงานเสริมผิวแอสฟัลติกคอนกรีต งานฉาบผิวลาดยาง เป็นต้น
3. งานบำรุงพิเศษ (Special Maintenance) เป็นงานซ่อมบำรุงและปรับปรุงทางที่ชำรุดเสียหายมาก โครงสร้างทางเสียเกินกว่าที่จะซ่อมบำรุงโดยวิธีปกติธรรมดา หรือทางที่ต้องเสริมการรับกำลังให้เพียงพอต่อปริมาณจราจร น้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ งานซ่อมสร้างทางผิวลาดยาง
4. งานฉุกเฉิน (Emergencies) เป็นงานซ่อมแซมแก้ไขทางที่เกิดความเสียหายขึ้นโดยฉับพลัน ไม่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ซ่อมทางที่ถูกอุกทกภัย เพื่อให้เปิดการจราจรได้โดยเร็ว แล้วจึงซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพที่เหมาะสมภายหลัง

การวางแผนงานบำรุงทางหลวงชนบทของกรมโยธาธิการ มีวิธีการจัดลำดับสายทาง เพื่อบำรุงทางด้วยการสำรวจโดยเจ้าหน้าที่ภาคสนามของศูนย์บำรุงรักษาทาง ตรวจสอบสภาพทาง ตามที่มองเห็น (Visual Measurement) แล้วบันทึกความเสียหายในรูปแบบวิธีการแก้ไข เช่น แก้ไข ด้วยวิธี Deep Patch หรือ Skin Patch แล้วมอบให้หัวหน้าศูนย์บำรุงรักษาทางอาศัยประสบการณ์ ตัดสินใจเลือกวิธีซ่อมบำรุง รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญเบื้องต้นส่งผลให้ฝ่ายแผนงานของ กองบูรณะและบำรุงรักษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ในขั้นตอนการดำเนินการประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของหน่วยงานกลาง มีการตรวจสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหนาแน่น (Density) ของความเสียหาย อายุการให้บริการ ปริมาณจราจร ความสำคัญเฉพาะของสายทางและการให้คะแนนสายทางด้วยการเปรียบเทียบ จากวิธีการดังกล่าวนำผลการประเมินมาจัดสรรงบประมาณดำเนินการ โดยถนนที่มีความเสียหาย หนาแน่นสูงจะจัดสรรงบประมาณให้ดำเนินการก่อน ส่วนอายุและปริมาณจราจรใช้เป็นข้อมูลช่วย แยกประเภทกิจกรรมงานบำรุง

งบประมาณในการบำรุงทางทั้งหมดรัฐบาลเป็นผู้จัดสรรให้ดำเนินการ แต่งบประมาณที่ได้รับไม่เป็นสัดส่วนกับถนนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ จึงทำให้การบำรุงทาง ในบางสายทางไม่สามารถบำรุงตามวิธีที่กำหนดได้ และบางสายทางงบประมาณบำรุงไม่เพียงพอ ส่งผลให้ความเสียหายลุกลามเพิ่มขึ้น เมื่อดำเนินการในปีต่อไปต้องใช้งบประมาณมากขึ้นกว่าที่ ควรจะเป็น

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยในการประเมินสภาพทางของหลายหน่วยงานพบว่า แต่ละ หน่วยงานมีข้อแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นวิธีการหรือจุดประสงค์ของการประเมิน ทำให้ผลลัพธ์ ออกมาแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของหน่วยงานหลักได้สรุปผลแสดงตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วิธีการประเมินสภาพทางและดัชนีที่ใช้

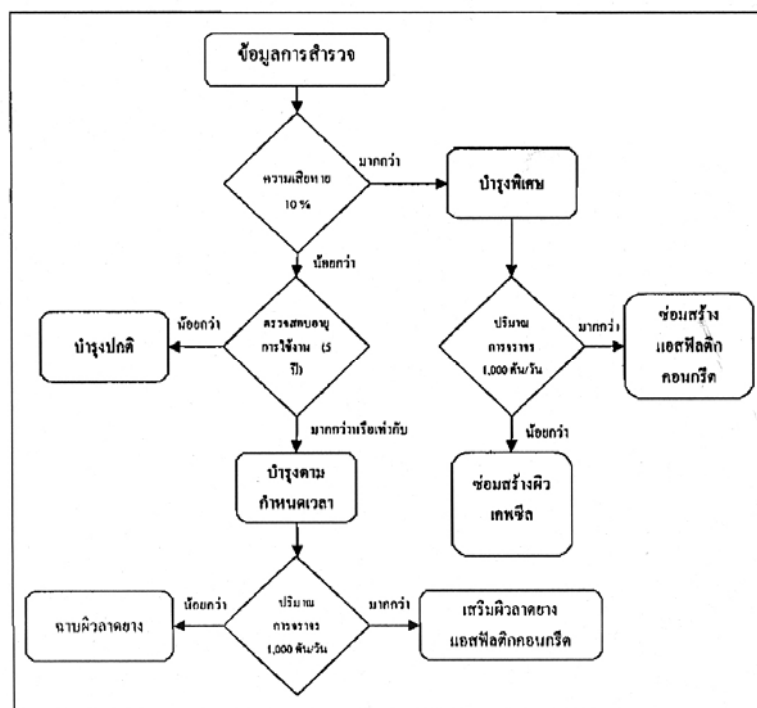
หน่วยงาน	ดัชนี	ความเห็นของการประเมิน	วิธีการประเมิน
The Asphalt Institute	PSI (0 – 5)	ความสะดวกสบายในการขับขี่	เครื่องมือตรวจสอบ
AASHTO	PAR (0 – 100)	ความสะดวกสบายในการขับขี่	ผู้ใช้นั้น
ประเทศฝรั่งเศส	UNI Value (0 – 90)	ความเรียบ	เครื่องมือตรวจสอบ
ประเทศญี่ปุ่น	MCI (0 – 10)	ความจำเป็นในการซ่อมบำรุง	เครื่องมือตรวจสอบ
กรมทางหลวง	R_p (0 – 100)	ความเรียบ	เครื่องมือตรวจสอบและ ผู้ชำนาญการ
กรมโยธาธิการ	พื้นที่ เสียหาย	ความเสียหายของโครงสร้าง ทาง	เครื่องมือตรวจสอบและ ผู้ชำนาญการ

ที่มา: วิศว์ (2544)

กรมทางหลวงชนบท (Department of Rural Road)

การวางแผนงานและจัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงรักษาทาง ของกรมทางหลวงชนบท ดำเนินการโดยให้เจ้าหน้าที่ภาคสนามของแต่ละจังหวัดสำรวจข้อมูลสภาพและปริมาณ ความเสียหายของถนน (Visual Inspection) ปริมาณการจราจร อายุการใช้งาน ความสำคัญของ สายทางในด้านสังคม การส่งเสริมการท่องเที่ยว การใช้เป็นเส้นทางลัด เป็นต้น ทำการจัดลำดับ ความสำคัญเบื้องต้นแล้วส่งข้อมูลให้สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกงานทาง เพื่อพิจารณาจัดแผนงานและงบประมาณในการซ่อมบำรุง ซึ่งสำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกงานทางจะพิจารณา จัดสรรงบประมาณและประเภทงานบำรุงดังแสดงในภาพที่ 1 ข้อมูลอีกส่วนหนึ่งที่ใช้ประกอบการพิจารณาแผนงบประมาณได้แก่ ความสำคัญของสายทาง ทางด้านสังคม การส่งเสริมการท่องเที่ยว การใช้เป็นเส้นทางลัด ข้อมูลส่วนนี้จะใช้พิจารณาลำดับ

ความสำคัญของการซ่อมบำรุงว่าจะดำเนินการกับสายทางใดก่อนเรียงตามลำดับลงมา เพราะในแต่ละปีงบประมาณที่ได้รับไม่สามารถใช้ดำเนินการได้ครบถ้วนตามความต้องการที่แท้จริง



ภาพที่ 1 ผังการจัดประเภทงานบำรุงรักษาทาง กรมทางหลวงชนบท

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2547 กรมทางหลวงชนบทได้พัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงทาง (Pavement Maintenance Management System : PMMS) เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงแทนวิธีการเดิม โดยใช้แบบจำลองประเมินสภาพทาง (Condition Rating Model) ของกรมโยธาธิการ (เดิม) เพื่อจัดทำแผนบูรณะและบำรุงรักษาทางให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยเพิ่มเติมข้อมูลด้านกายภาพของทางที่สำรวจด้วยเครื่องมือ (Instrument Measurement) เช่น สภาพความเรียบของผิวทางในรูปของ International Roughness Index (IRI) สภาพความแข็งแรงของโครงสร้างด้วยเครื่องมือ Benkelman Beam รวมทั้งการสร้างระบบโปรแกรมในการประเมินสภาพทางและกำหนดวิธีการซ่อมให้สอดคล้องกับสภาพความเสียหายและงบประมาณที่ได้รับ อีกทั้งรองรับกับระบบ GIS Interconnecting Module เป็นส่วนที่จัดเตรียมไว้สำหรับการเชื่อมโยงเข้ากับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ที่จะดำเนินการพัฒนาในระบต่อไป อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวยังอยู่ในขั้นเก็บข้อมูลและทดสอบระบบอยู่

แนวคิดและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดลำดับความสำคัญ

การจัดลำดับความสำคัญ

ธวัชชัย (2542) เสนอว่า การจัดลำดับความสำคัญของโครงการเป็นการตัดสินใจประเภทหนึ่ง คือ ตัดสินใจ จัดเรียงลำดับจากโครงการที่ควรจัดสรรงบประมาณไปให้มากที่สุด ไปยังโครงการที่ควรจัดสรรงบประมาณไปให้น้อยที่สุดตามลำดับ กระบวนการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Rational Decision Making Process) ประกอบด้วยขั้นตอน 6 ขั้นตอนคือ

1. กำหนดรายละเอียดเรื่องที่ตัดสินใจ คือ การกำหนดว่ากำลังจะตัดสินใจในเรื่องอะไร ต้องกำหนดเรื่องให้ชัดเจน เพราะการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ จะใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจที่แตกต่างกัน
2. กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจคือ การกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจการกำหนดปัจจัยและการกำหนดวิธีการตัดสินใจในแง่ต่างๆ เช่น การให้ค่าความสำคัญของปัจจัยและเกณฑ์การให้คะแนนปัจจัยแต่ละปัจจัย เป็นต้น เช่นการตัดสินใจว่าจะลงทุนก่อสร้างถนนเส้นใหม่หรือไม่ อาจใช้ปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์ 2 ตัวเท่านั้น คือค่า Internal Rate of Return (IRR) และค่า First Year Rate of Return (FYRR) รวมทั้งอาจใช้วิธีการให้คะแนนทางเลือกโดยพิจารณาจากปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยข้างต้น นอกจากนี้อาจมีการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจว่าจะเลือกทางเลือกที่ให้ค่าคะแนนสูงสุดเมื่อพิจารณาทางเลือกจากปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น
3. กำหนดทางเลือกคือ การพิจารณาหาทางเลือกที่เป็นไปได้ในการปฏิบัติการกำหนดทางเลือกควรพิจารณาในทุกแนวทางที่เป็นไปได้ เพราะจำนวนทางเลือกที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ผู้ตัดสินใจมีโอกาสมากขึ้นที่จะได้ผลการตัดสินใจมีโอกาสมากขึ้นที่จะได้ผลการตัดสินใจเป็นไปตามความต้องการของผู้ตัดสินใจ
4. เปรียบเทียบทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ การพิจารณาข้อดีข้อเสียของทางเลือกต่างๆตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2 จากนั้นจึงนำคะแนนของแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ผู้ตัดสินใจสามารถเห็นภาพโดยรวมของทางเลือกต่างๆ

5. ตัดสินใจเลือกทางเลือก คือ การพิจารณาตัดสินใจเลือกทางเลือกตามเงื่อนไขการตัดสินใจที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้ตัดสินใจควรตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ให้ค่าคะแนนสูงสุด เพื่อเป็นการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Rational Decision Marking)

6. ติดตามผลการตัดสินใจเพื่อพัฒนาและปรับปรุงการตัดสินใจ คือ การติดตามผลจากการตัดสินใจว่าการตัดสินใจที่นำไปให้ผลตามที่ผู้ตัดสินใจต้องการหรือไม่ หากผลที่ได้เป็นไปตามที่ต้องการผู้ตัดสินใจก็อาจจะปรับปรุงและพัฒนาเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับเรื่องที่ตัดสินใจมากขึ้น หรืออาจจะต้องพิจารณาทางเลือกสำหรับการตัดสินใจให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลการตัดสินใจที่ตรงกับความต้องการของผู้ตัดสินใจมากขึ้น

โดยทั่วไปการตัดสินใจสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ ที่มีว่าทางเลือกไหนจะมีความเหมาะสมแก่ผู้ตัดสินใจมากที่สุด การประเมินข้อดีข้อเสียของทางเลือกโดยการพิจารณาตามปัจจัยที่ใช้เพื่อการตัดสินใจสามารถทำได้ 2 วิธีหลักๆ คือ วิธีการประเมินเชิงคุณภาพ (Qualitative Procedures) และวิธีประเมินเชิงปริมาณ (Analytical Procedures) โดยวิธีการทั้งสองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการประเมินเชิงคุณภาพ (Qualitative Procedures) เป็นวิธีการประเมินข้อดีและข้อเสีย ของทางเลือกเพื่อการตัดสินใจ โดยใช้ประสบการณ์หรือดุลยพินิจของผู้ตัดสินใจเป็นหลัก ซึ่งเทคนิคที่นิยมใช้มีอยู่ 2 เทคนิคคือ

ก. การใช้วิธีการบรรยาย (Fully Descriptive Technique) คือ การตัดสินใจทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทางเลือกแต่ละทางเลือก จากนั้นจึงอธิบายลักษณะของแต่ละทางเลือกในประเด็นต่างๆ ที่เห็นว่าสำคัญแล้วทำการตัดสินใจทางเลือกที่พิจารณาแล้วว่าจะได้ผลประโยชน์มากที่สุด

ข. การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของทางเลือก (Advantages-Disadvantages Technique) คือ การตัดสินใจทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทางเลือกแต่ละทางเลือกเปรียบเทียบกัน ในแง่ข้อดีและข้อเสียของแต่ละทางเลือก จากนั้นจึงทำการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่พิจารณาแล้วว่ามีข้อดีมากกว่าข้อเสียมากที่สุดในบรรดาทางเลือกต่างๆ ที่มีให้เลือก

2. วิธีการประเมินเชิงปริมาณ (Analytical Procedures) เป็นวิธีการประเมินข้อดีและข้อเสียของทางเลือกเพื่อการตัดสินใจโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยพยายามให้ค่าที่เป็นปริมาณกับปัจจัยทุกตัวที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ (Decision Factor) แล้วทำการวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียโดยรวมของแต่ละทางเลือกในเชิงปริมาณ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาประกอบการตัดสินใจซึ่งเทคนิคที่นิยมใช้มีอยู่ 3 เทคนิค คือ

ก. Rating/Ranking Technique คือการตัดสินใจจะพิจารณาจากค่าคะแนนรวมของทางเลือกที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยเริ่มจากการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ จากนั้นจะมีการให้คะแนนปัจจัยของทางเลือก จากนั้นจะคำนวณค่าคะแนนรวมของทางเลือกแต่ละทางเลือก เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบในเชิงปริมาณได้ จากนั้นก็จะนำค่าคะแนนรวมของแต่ละทางเลือกมาเปรียบเทียบโดยถ้าตัดสินใจคัดเลือกทางเลือกก็จะเลือกทางเลือกที่มีค่าคะแนนรวมสูงสุด แต่ถ้าจะตัดสินใจจัดลำดับความสำคัญก็จะเรียงลำดับทางเลือกตามค่าคะแนนรวมจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามากตามเงื่อนไขของการตัดสินใจที่กำหนด

ข. Weighting-Rating หรือ Rating/Ranking/Weighting Technique คือ การตัดสินใจจะพิจารณาจากค่าคะแนนรวมของทางเลือกที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยเริ่มจากการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ จากนั้นจะมีการให้คะแนนปัจจัยทุกปัจจัยของทางเลือก รวมทั้งมีการพิจารณาถึงความแตกต่างของปัจจัยในแง่ของความสำคัญของปัจจัยที่ไม่เท่ากันเพิ่มเติมโดยการกำหนดค่าความสำคัญ (Weight) ให้กับปัจจัยแต่ละปัจจัยด้วย จากนั้นผู้วิเคราะห์จะคำนวณค่าคะแนนรวมของทางเลือกแต่ละทางเลือก เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบทางเลือกในเชิงปริมาณได้ โดยค่าคะแนนจะคำนวณจาก Weighted Score จากนั้นก็จะนำค่าคะแนนรวมของทุกทางเลือกมาเปรียบเทียบกันโดยถ้าตัดสินใจคัดเลือกทางเลือกก็จะเลือกทางเลือกที่มีค่าคะแนนรวมสูงที่สุด แต่ถ้าจะตัดสินใจจัดลำดับความสำคัญของโครงการก็จะเรียงลำดับทางเลือกตามค่าคะแนนรวมจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามากตามเงื่อนไขการตัดสินใจที่กำหนด

ค. วิธีการ Analytic Hierarchy Process : AHP วิธีการนี้ใช้หลักการเดียวกันกับวิธีการ Rating/Ranking/Weighting Technique คือ มีการคิดค่าคะแนนรวมของทางเลือกในรูปของ Weight Score เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ แต่วิธี AHP จะมีการให้ค่าคะแนนปัจจัยและค่าความสำคัญของปัจจัยอย่างละเอียดโดยกำหนดว่าผู้ตัดสินใจจะต้องเปรียบเทียบความรู้สึกที่มีต่อทางเลือกในค่าคะแนนของปัจจัยแต่ละปัจจัยแต่ละคู่เพื่อให้มั่นใจว่าค่าคะแนนปัจจัยสามารถเป็นตัวแทนความรู้สึก

ที่ผู้ตัดสินใจมีต่อปัจจัยได้อย่างแท้จริง สำหรับค่าความสำคัญของปัจจัยก็จะต้องทำการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าในลักษณะเดียวกับการกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย

เทคนิคในการพิจารณา จัดลำดับความสำคัญของถนนในชนบท

Method of Economic

ในปี 1983 Beenhakker อ้างถึงโดย Gumble (1988) กล่าวว่า การพิจารณาคัดเลือกที่จะก่อสร้างสายทางใดๆ แบบดั้งเดิมจะใช้วิธีการพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นหลัก โดยเป็นการประเมินเชิงปริมาณของค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทาง และประโยชน์ซึ่งการใช้วิธีพิจารณาถึงผู้ใช้นี้จะเหมาะกับการพิจารณาสายทางที่มีการจราจรปกติ หรือ กำลังขยายเพิ่มขึ้น และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

ในปี 1987 Black และ Rimmer กล่าวว่า ในบางครั้งการใช้วิธีการพิจารณาแบบดั้งเดิมนี้จะไม่เหมาะสมสำหรับประเทศในเขตกำลังพัฒนา เพราะมีปริมาณการจราจรต่ำจะไม่ได้รับการพิจารณาในการลงทุนก่อสร้าง ดังนั้น ประโยชน์พื้นฐานสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณการจราจรต่ำควรพิจารณาเพิ่มเติมถึงปริมาณผลผลิตทางการเกษตรและกิจกรรมทางด้านเศรษฐศาสตร์อื่นๆ ที่รวมอยู่ในโครงการก่อสร้างด้วย ในปี 1984 Howe ได้เสนอให้การพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการเลือกก่อสร้างถนนในชนบท ควรแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ 1. สำหรับพื้นที่ที่มีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจสูง ซึ่งในด้านนี้สามารถใช้วิธีการพิจารณาถึงผู้ใช้ประโยชน์ได้ 2. สำหรับพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาน้อยซึ่งในด้านนี้ควรใช้วิธีการพิจารณาถึงผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์มาใช้

ในปี 1988 Gumble กล่าวว่าเทคนิคที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกทางในชนบทแบบดั้งเดิมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ประกอบด้วย 4 วิธีหลักคือ 1. การพิจารณาผู้ได้รับประโยชน์ (Consumer Surplus Approach) 2. วิธีการพิจารณาถึงผลผลิต (Producer Surplus Approach) 3. การพิจารณาโดยประเมินปัจจัยต่างๆ (Evaluation Criteria) 4. พิจารณาค่าการขนส่ง (Value of freight) ซึ่งทั้ง 4 วิธีนี้ จะมองเฉพาะด้านคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้ในเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นหลักแต่อย่างเดียวแม้ว่าจะมีวิธีในการพิจารณาที่แตกต่างกัน

1. Planning Balance Sheet

วิธีการนี้ได้รับการพัฒนาโดย Lichfield ในปี 1966 เป็นการนำค่าทางสังคมมาใช้ในการพิจารณาด้วยซึ่งการใช้ Social Cost Analysis นี้คือ การให้ความสำคัญถึงประโยชน์สูงสุดในการลงทุนที่จะมีต่อประชาชนทั่วไป ซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละชุมชนภายใต้การบริหารงานของภาครัฐ วิธีนี้จะระบุถึงผลผลิตผู้ดำเนินการและผู้ใช้งานในส่วนของคุณค่าใช้จ่ายของโครงการและประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งรวมไปถึงคุณค่าที่สังคมจะได้รับจากโครงการด้วย ค่าใช้จ่ายและประโยชน์จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของเงิน หรือ หน่วยอื่นๆ ที่เป็นไปได้และใช้เป็นสัญลักษณ์แทนที่ลงในบัญชีที่แสดงค่าใช้จ่ายและผลประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงในส่วนรายละเอียดต่างๆ ที่มองไม่เห็นเพื่อเป็นการง่ายต่อการตัดสินใจในการพิจารณาโครงการต่อไป

2. Cost Effectiveness Method

Dikey and Miller อ้างถึงโดย Gumble (1988) ในปี 1984 กล่าวว่า วิธีนี้จะคล้ายกับ Planning Balance Sheet แต่ planning Balance Sheet ไม่สามารถใส่ค่าในรูปของหน่วยทั่วไปได้หมด เช่น ค่าปัจจัยนำหนักต่างๆ ซึ่งจะไม่สามารถแสดงถึงผลกระทบได้ โดยวิธีนี้จะสามารถแปลงค่าต่างๆ ออกมาในรูปของค่าประสิทธิภาพและค่าประสิทธิภาพในกลุ่มทางเลือกต่างๆ ได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 กลุ่มคือ 1. ประสิทธิภาพของค่าใช้จ่าย 2. ประสิทธิภาพของประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งจะมีระดับตามเป้าหมายต่างๆ ของประสิทธิผลในกระบวนการตัดสินใจจำเป็นต้องให้น้ำหนักและจัดลำดับความสำคัญในรูปของประสิทธิผลของแต่ละทางเลือกต่อไป ซึ่งวิธีนี้สามารถทำให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้นโดยการนำค่าต่างๆ มาวัดให้อยู่ในรูป Matrix ซึ่งแสดงโดยสัญลักษณ์ต่างๆ ได้ โดยจะเพิ่มจำนวนตัวเลขความหลากหลายในการตัดสินใจเพิ่มขึ้นและระดับความสนใจในรายละเอียดต่างๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจได้เพิ่มขึ้นทำให้ง่ายต่อการชี้แจงและแสดงผล

3. Goals Achievement Matrix

ได้รับการพัฒนาครั้งแรกโดย Hill อ้างถึงโดย Gumble (1988) ในปี 1968 โดยการจัดปรับแต่เป้าหมายโดยรวมและวัตถุประสงค์ต่างๆ ในการตัดสินใจโดยวัตถุประสงค์และผลกระทบจะถูกจัดอยู่ใน แถวตั้ง และ แถวนอน ของ Matrix โดยในส่วนต่างๆ ของ Matrix นี้จะเป็นตัววัดทางเลือกต่างๆ ในแต่ละวัตถุประสงค์และกลุ่มของทางเลือกเฉพาะกันไป แสดงตัวชี้วัด

ความก้าวหน้าออกมาตามวัตถุประสงค์และน้ำหนักในแต่ละวัตถุประสงค์จะสะท้อนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในทางเลือกนั้นๆ วิธีการนี้ถ้าทำได้ดีแล้วจะให้ผลดีและชัดเจนมาก แต่จุดสำคัญที่ยากในการพิจารณาจะอยู่ที่ขนาดและผลรวมของน้ำหนักในตัวแปรที่พิจารณา ซึ่งจะมีผลกระทบสูง

4. Muti – Attribute Utility and Rating Methods

เป็นวิธีที่รวมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อโครงการพิจารณาเข้าด้วยกัน โดยใช้หลักในการกระจายน้ำหนักลงในแต่ละปัจจัยซึ่งสามารถสะท้อนผลของเป้าหมายโดยรวมได้ชัดเจนขึ้นในปี 1985 Mohan ได้ใช้วิธีนี้โดยการตั้งปัจจัยด้านต่างๆ ในการพิจารณาซึ่งรวมทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม และนโยบายการเมือง ซึ่งนำปัจจัยด้านต่างๆ นี้มาให้น้ำหนักโดยการหาค่าความสำคัญตามหลักทฤษฎี Utility จากนั้นนำโครงการต่างๆ เข้ามาพิจารณาตามปัจจัยที่ได้ตั้งไว้แล้วเรียงลำดับตามคะแนนที่ได้จากการคูณน้ำหนักปัจจัย แล้วมาพิจารณาตามปัจจัยที่ตั้งไว้

5. Cost-Benefit Analysis

เป็นกระบวนการพิจารณาถึงค่าใช้จ่าย และประโยชน์ที่จะได้รับจากการลงทุนในโครงการต่างๆ ซึ่งมีจุดมุ่งเน้นอยู่ที่การพิจารณาถึงค่าใช้จ่าย และประโยชน์ที่ได้รับว่าควรนำค่าใดมาใช้ในการพิจารณาบ้างจึงเหมาะสม ซึ่งวิธีการนี้มีผู้นำมาพัฒนาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความสำคัญในการก่อสร้างถนนมากต่อมา Bank (1996) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยจัดลำดับความสำคัญโดยวิธีนี้ แต่ได้เพิ่มการวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการโดยใช้หลักสถิติเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ ในการจัดลำดับโครงการจากการศึกษานี้ทำให้การพิจารณาจัดลำดับโครงการมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

6. Ranging Criteria

เป็นการจัดลำดับความสำคัญของโครงการที่พิจารณาถึงปัจจัยที่ประเมินค่าได้และประเมินค่าไม่ได้ ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญที่ประเมินค่าได้จะมีขั้นตอนจัดลำดับคือจัดลำดับความพอเพียงกำหนดกระบวนการวางแผนจัดลำดับความสำคัญวิเคราะห์การลงทุน กำหนดระบบการจัดลำดับความสำคัญและทำแบบจำลองในการประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ ซึ่งตามขั้นตอนดังกล่าวจะทำให้สามารถวิเคราะห์หาผลประโยชน์ที่มากที่สุดได้ สำหรับการจัดลำดับปัจจัยที่

ประเมินค่าไม่ได้ที่เป็นด้านนโยบายการเมืองและโครงการเร่งด่วนจะไม่นำมาประกอบในการพิจารณาจัดลำดับ ดังนั้นการประเมินผลโครงการจึงจำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดในการจัดลำดับที่แน่นอนเพื่อที่จะสามารถจัดลำดับโครงการให้มีความถูกต้องเหมาะสม

7. Analytic Hierarchy Process (AHP)

วิธีการนี้ได้นำมาประยุกต์ใช้โดย Mekky (1998) ซึ่งทำการประเมินโครงการคมนาคมขนส่งโดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ และมีการประเมินวัตถุประสงค์ เงื่อนไข และการวัดผลซึ่งทำการประเมินเปรียบเทียบกันระหว่างโครงการคมนาคมขนส่ง โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เปรียบเทียบและสามารถที่จะตรวจสอบผลของการตัดสินใจจากการเปรียบเทียบนี้ได้ว่ามีความถูกต้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจะได้ค่าน้ำหนักคะแนนในแต่ละเงื่อนไขสำหรับพิจารณาต่อไปโดยวิธี AHP นี้เป็นขบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของการให้น้ำหนักคะแนนโดยการเปรียบเทียบกัน จะทำให้ได้ผลลัพธ์ทางเลือกเป็นน้ำหนักคะแนนของโครงการที่ถูกต้องเหมาะสม

งานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนและจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงทาง

Fwa *et al.* (1989) ได้ศึกษาและสร้างขั้นตอนวิธีการในการจัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงรักษาทางถนนกรมทางหลวงในรัฐอินเดียน่า สหรัฐอเมริกา โดยแบ่งพื้นที่ของรัฐซึ่งมี 6 แขวง ออกเป็น 2 เขต คือด้านเหนือของรัฐประกอบด้วย 2 แขวง และด้านใต้ของรัฐประกอบด้วย 4 แขวง สาเหตุที่ต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองเขตเนื่องจากสภาพพื้นที่และสภาพอากาศที่แตกต่างกันซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทาง สำหรับขั้นตอนการดำเนินการแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนที่ 1 (Part 1) เป็นการแบ่งประเภทกิจกรรมในงานบำรุงรักษาทางซึ่งในที่นี้แบ่งออกเป็น 14 กิจกรรม เช่น งานปะซ่อมแบบตื้น (Shallow Patching) งานปะซ่อมแบบลึก (Deep Patching) งานปรับระดับด้วยพรีมิกซ์ (Premix Leveling) งานฉาบผิวทาง (Seal Coating, Chip Seal) และงานขุดลอกปรับแต่งร่องน้ำข้างทางรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น หลังจากแบ่งประเภทของกิจกรรมการซ่อมบำรุงแล้วจึงทำการจัดลำดับความสำคัญของแต่ละกิจกรรมที่จะส่งผลกระทบต่อสภาพการให้บริการของถนนตามนโยบายที่ตั้งไว้ สำหรับลำดับความสำคัญจากน้อยไปหามากกำหนดอยู่ในช่วง 1-10 ส่วนที่ 2 (Part 2) จะเป็นการแจกแจงประเภททางหลวงและลักษณะความเสียหายของถนนที่จะพิจารณา การแบ่งประเภททางหลวงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ถนนเชื่อมระหว่างรัฐ (Interstate)
2. ถนนอื่นๆ (Other State Highways: OSH) ที่มีปริมาณการจราจรน้อยกว่า 400 คันต่อวัน (Low-Traffic-Volume OSH)
3. ถนนอื่นๆ ที่มีปริมาณการจราจรมากกว่า 400 คันต่อวัน (High-Traffic-Volume OSH)

ส่วนการแบ่งลักษณะความเสียหายของถนนก็แบ่งออกเป็น 3 ระดับ เช่นเดียวกัน ได้แก่ 1) เสียหายรุนแรง (Severe) 2) เสียหายปานกลาง (Moderate) และ 3) เสียหายเล็กน้อย (Slight) หลังจากนั้นทำการจับคู่เปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละเงื่อนไขที่เกิดขึ้นระหว่างประเภทถนนกับระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับประเภทถนนนั้น โดยให้ระดับความสำคัญอยู่ในช่วง 1-10 เช่นเดียวกัน จากวิธีการที่ผู้ศึกษาได้แบ่งขั้นตอนในการประเมินลำดับความสำคัญตามปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวแล้ว ในทางปฏิบัติทำการประเมินและจัดลำดับความสำคัญต่างๆ ได้จากการให้ทีมงานบำรุงรักษาทางที่มีประสบการณ์เป็นผู้ประเมิน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาได้ใช้ทีมงานของกรมทางหลวงรัฐอินเดียนา จากด้านเหนือของรัฐจำนวน 16 คน และจากด้านใต้ของรัฐจำนวน 20 คนเป็นผู้ประเมิน หลังจากนั้นนำผลจากการประเมินทั้งสองส่วนมาคูณกันได้เป็นค่าลำดับความสำคัญจากน้อยไปหามากอยู่ในช่วง 1-100 ผลการประเมิน ปรากฏว่าถนนที่อยู่ในลำดับที่ได้รับค่าความสำคัญมากจะต้องได้รับการซ่อมบำรุงเป็นลำดับแรก จะเป็นถนนที่เชื่อมระหว่างรัฐ (Interstate) มีความเสียหายมาก (Severe) ซึ่งสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกันทั้งจากผู้ประเมินจากด้านเหนือของรัฐและด้านใต้ของรัฐ แต่ในส่วนของการให้ความสำคัญต่อวิธีการซ่อมบำรุงจะมีความแตกต่างกัน คือ ผู้ประเมินจากด้านเหนือของรัฐให้ความสำคัญกับงานปะซ่อมผิวทางด้วยวิธีต่างๆ มีความสำคัญอยู่ในลำดับแรก งานฉาบผิวเป็นลำดับรองลงมาและงานตัดแต่งร่องน้ำอยู่ในลำดับสุดท้าย ส่วนผู้ประเมินที่มาจากด้านใต้ของรัฐจะให้ความสำคัญกับงานปะซ่อมผิวทางเป็นลำดับแรก งานซ่อมตัดแต่งร่องน้ำในลำดับรองลงมา และงานฉาบผิวอยู่ในลำดับสุดท้าย ซึ่งจะเห็นได้ว่า นอกจากปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นที่ใช้ในการพิจารณาแล้ว ปัจจัยด้านสภาพพื้นที่และสภาพอากาศก็มีผลต่อการจัดลำดับและการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงด้วย ดังผลที่ได้จากการประเมินที่เป็นสาเหตุให้ผู้ประเมินที่มาจากด้านใต้ของรัฐให้ความสำคัญกับงานตัดแต่งร่องน้ำก็เพราะพื้นที่ด้านใต้ของรัฐมีสภาพเป็นเนินเขาและสภาพอากาศหนาวเย็น ทำให้การตัดแต่งร่องน้ำเพื่อรองรับการระบายของน้ำผิวทางมีความจำเป็นมากกว่าพื้นที่ด้านเหนือของรัฐที่เป็นพื้นที่ราบและอากาศอบอุ่นกว่า

จากผลการศึกษาและวิธีการที่ผู้ทำการศึกษได้ใช้จะเห็นได้ว่าการดำเนินการต้องใช้บุคลากรจำนวนมากในการประเมิน และต้องเป็นบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญทั้งความรู้ด้านงานบำรุงรักษาทางและความรู้ด้านสภาพพื้นที่ดังรายละเอียดข้างต้น ทำให้ต้องใช้เวลาและทรัพยากรบุคคลในการดำเนินการจำนวนมากและหากบุคลากรดังกล่าวเกิดการเปลี่ยนงานก็จะต้องคอยหาบุคลากรเข้ามาอบรมใหม่เพื่อทดแทน

Hoque (1994) ได้ทำการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมสำหรับวางแผนงานบำรุงรักษาทางโดยใช้ข้อมูลและกรณีศึกษาจากกรมทางหลวง ประเทศไทย การศึกษาครอบคลุมเฉพาะประเภทถนนลาดยาง (Flexible Pavement) วัตถุประสงค์ในการศึกษาและพัฒนาเพื่อที่จะสร้างเครื่องมือและวิธีการจัดทำแผนงานในการซ่อมบำรุงทางที่ทำให้การใช้จ่ายงบประมาณที่มีจำกัดให้มีความเหมาะสมกับปริมาณความเสียหาย ลักษณะความเสียหาย และปริมาณการจราจรของแต่ละโครงการรวมทั้งความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs) ในขั้นตอนและวิธีการที่ผู้ศึกษาได้ใช้นั้นประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การประเมินและคาดการณ์สภาพทางที่จะเกิดการชำรุดเสียหายโดยใช้ Markov Chain Model ในการคาดการณ์สภาพทาง สภาพทางที่มีความน่าจะเป็นที่จะเปลี่ยนแปลงไปกำหนดให้เป็น 5 สถานะ (State) ตามค่า International Roughness Index (IRI) โดยอ้างอิงจากที่กรมทางหลวงได้ใช้เป็นเกณฑ์แบ่งสภาพถนน ตั้งแต่สภาพดีเยี่ยม (Excellent) ดีมาก (Very Good) ดี (Good) แย่ (Poor) ไปจนถึงสภาพแย่มาก (Very Poor) การที่ผู้ศึกษาได้ใช้ Markov Chain Model ในการคาดการณ์สภาพถนนที่จะเปลี่ยนแปลงไปสู่สภาพที่ชำรุดนั้น โดยที่สภาพความเป็นจริงมีความเป็นไปได้ที่ถนนจะเปลี่ยนจากสถานะที่ 1 ไปสู่สถานะใดๆ ก็ได้ใน 5 สถานะ

2. กำหนดวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมในแต่ละสถานะของสภาพทางและปริมาณการจราจรโดยใช้ Dynamic Programming Model สำหรับวิธีการซ่อมบำรุงได้กำหนดไว้เป็น 8 รูปแบบประกอบด้วยการซ่อมบำรุงปกติ (Routine Maintenance) การเสริมผิวทาง (Overlay) ที่ความหนาต่างๆ และการบูรณะ (Rehabilitation) ในด้านปริมาณการจราจรได้กำหนดกลุ่มการจราจรออกเป็น 8 กลุ่ม ตามปริมาณการจราจร (Traffic Volume) การซ่อมบำรุงด้วยรูปแบบต่างๆ ทั้ง 8 รูปแบบนี้จะทำให้ถนนมีสถานะ (State) ที่ดีขึ้นต่างๆ กันไปด้วย ซึ่งสภาพถนนที่ดีขึ้นจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs) และงบประมาณต่อกิโลเมตรในการซ่อมบำรุง

ที่แตกต่างกันไป ผลที่ได้จากการดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวคือได้รูปแบบในการซ่อมบำรุงและได้โครงการที่มีความเหมาะสมกับปริมาณความเสียหาย ลักษณะความเสียหาย และปริมาณการจราจร รวมทั้งความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจจากค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายในการใช้รถ (Vehicle Operating Costs) ภายใต้อำนาจของงบประมาณที่มีให้ในแต่ละปี

การใช้ระบบระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ในงานบำรุงทาง

Indra Alfitri MAIZIR (2007) ได้เสนอทฤษฎีของการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงทางโดยใช้หลักการของระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ วัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบการบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ค้นหาทฤษฎีในการจัดการฐานข้อมูลสภาพทางและค้นหาหลักการของงานซ่อมบำรุงทางโดยเรียงลำดับตามค่าใช้จ่ายในการบำรุงทางมากที่สุด ในเมืองบันดุง ประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้ทำการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้หลักการของระบบอ้างอิงเชิงเส้น (LRS) เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสภาพทาง และนำข้อมูลไปทำการคาดการณ์สภาพทางในอีก 5 ปีข้างหน้าและทำการจัดทำแผนในการซ่อมบำรุงทางต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
2. กล้องถ่ายรูป
3. เครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

วิธีการ

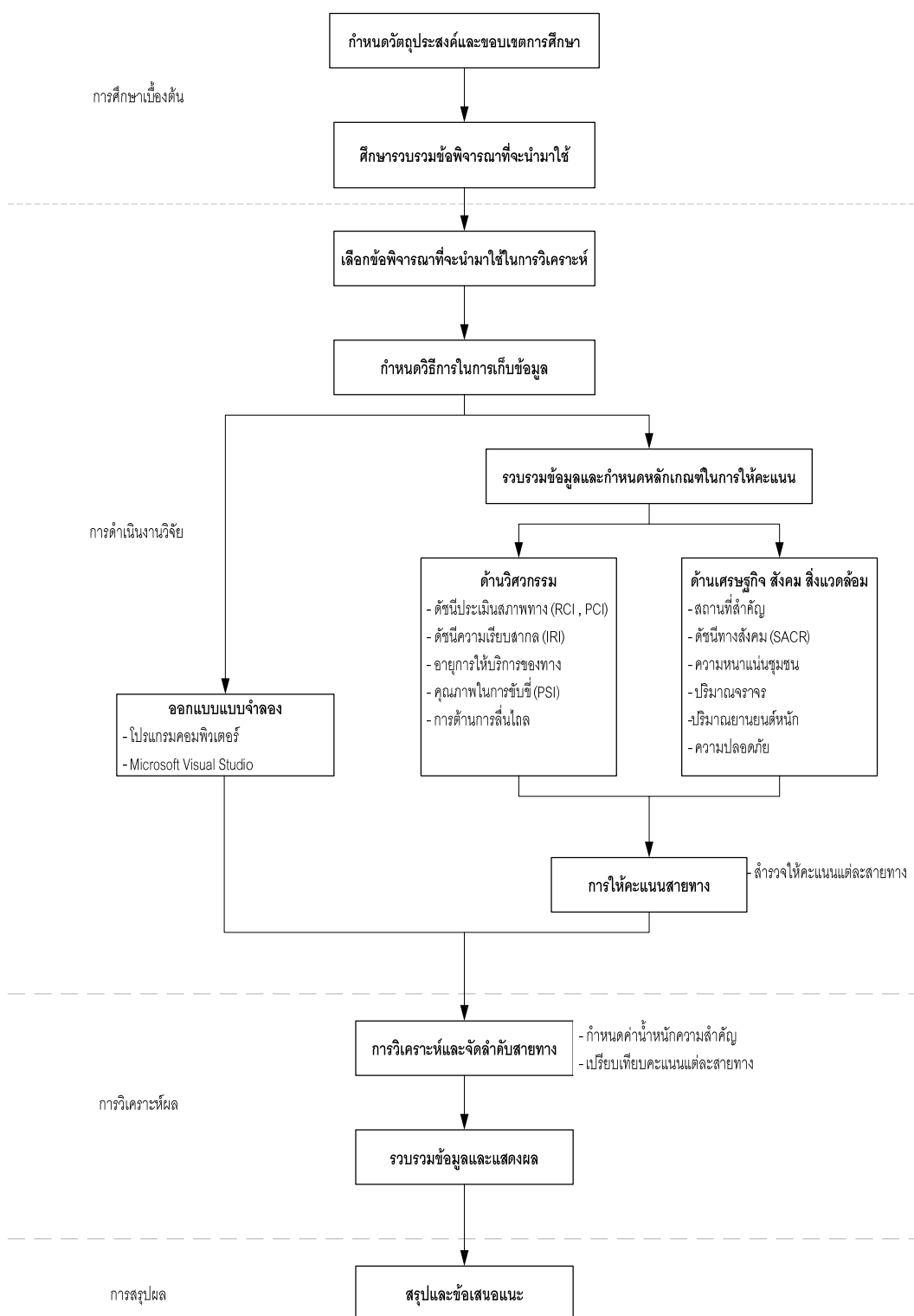
ข้อมูลที่ใช้ประกอบในงานวิจัย ได้แก่ ข้อมูลจากการสำรวจสภาพถนนที่จะทำการบำรุงรักษา ประกอบด้วยลักษณะและปริมาณความเสียหาย ปริมาณการจราจร อายุการใช้งาน ความสำคัญของสายทาง และอีกส่วนหนึ่งคือข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของสายทาง ซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะถูกนำมาวิเคราะห์โดยใช้ดัชนีต่างๆที่ใช้ในการประเมินสภาพทาง หลังจากนั้นจะมีการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของดัชนีแต่ละตัวตามความสำคัญของหัวข้อที่นำมาพิจารณา

การดำเนินการวิจัยจะต้องมีการศึกษารวบรวมข้อพิจารณาต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญ จากนั้นเลือกข้อพิจารณาที่จะนำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญ กำหนดวิธีการในการเก็บข้อมูล ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละข้อพิจารณา กำหนดหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนในแต่ละข้อพิจารณาในหน่วยร้อยละของดัชนีที่นำมาพิจารณาทั้งหมด จากนั้นจะเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทำให้ได้คะแนนรวมของแต่ละสายทาง ซึ่งจะนำมาเปรียบเทียบจัดลำดับตามคะแนนนี้ต่อไป โดยขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล จนถึงแสดงผลการจัดลำดับคะแนนของแต่ละสายทางจะถูกประมวลผลและแสดงผลในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้สะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวแสดงในแผนภาพที่ 2

กระบวนการศึกษาและทำการวิจัยแบ่งเป็นส่วนหลักๆ 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น
2. การดำเนินงานวิจัย
3. การพัฒนาโปรแกรม
4. การวิเคราะห์ผล

โดยรายละเอียดแต่ละส่วนมีดังนี้



ภาพที่ 2 แผนภูมิการดำเนินงานวิจัย

ส่วนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1. กำหนดขอบเขตความสามารถของโปรแกรมที่จะทำการพัฒนา โดยระบุถึงความสามารถของโปรแกรม ผลของข้อมูลที่ได้ และข้อจำกัดของโปรแกรม ขอบเขตของข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์โดยในการเก็บข้อมูลต่างๆของเส้นทางนั้น ได้กำหนดขอบเขตในการเก็บข้อมูล คือ

1.1 การศึกษารอบคลุมทางสายรองในเขตความรับผิดชอบของหน่วยงานกรมทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่ และใช้สายทางที่นำมาศึกษาวิจัย คือในเขตพื้นที่ศึกษา (Study Area) จำนวน 5 สายทาง

1.2 การศึกษางานวิจัยนี้ จะนำข้อมูลของสายทางเท่าที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด และทดลองวิธีการที่พัฒนาขึ้นกับพื้นที่ศึกษา (Study Area)

1.3 การศึกษารอบคลุมเฉพาะถนนผิวทางลาดยาง (Flexible Pavement) และมีโครงสร้างพื้นทางเป็นวัสดุแบบเดียวกัน

1.4 ศึกษาและเก็บข้อมูลสายทางที่มีความคล้ายกันในแง่สภาพทางหรือนโยบาย เพื่อง่ายและสะดวกในการเปรียบเทียบ อีกทั้งเพื่อสะดวกในการเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

2. ค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้น รวมถึงข้อพิจารณาต่างๆที่ใช้ในการประเมินสภาพทางและใช้ในการจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทาง โดยศึกษาจากทฤษฎี เอกสารทางวิชาการต่างๆ รวมถึงวิทยานิพนธ์หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาพทาง และดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงรักษาทางขององค์กรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 2 การดำเนินงานวิจัย

1. เลือกปัจจัยหรือดัชนีที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทางโดยพิจารณาความเหมาะสมจากวิธีการเก็บข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลว่าสอดคล้องกับที่หน่วยงานกรมทางหลวงชนบทใช้อยู่หรือไม่ หรือเป็นปัจจัยที่ควรนำมาวิเคราะห์เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น หรือเป็นประโยชน์โดยตรงกับผู้ใช้ทาง

2. กำหนดวิธีการเก็บข้อมูล ในส่วนนี้จะกำหนดแบบฟอร์มสำหรับบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม หน่วยที่ใช้ในการวัด วิธีการวัดปริมาณความเสียหายของผิวทาง ค่าเฉลี่ยความเสียหายของเส้นทาง และวิธีการในการบันทึกข้อมูล ดังแสดงในภาคผนวก ข

3. รวบรวมข้อมูลของสายทางเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ โดยข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลจากแบบฟอร์มการสำรวจ และข้อมูลเดิมของเส้นทางที่หน่วยงานกรมทางหลวงชนบทมีการสำรวจและเก็บข้อมูลไว้ รวมถึงข้อมูลพื้นฐานของเส้นทางที่จะนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลของเส้นทางในการออกแบบแบบจำลอง ได้แก่

3.1 ข้อมูลทั่วไปของสายทาง

- ชื่อและรหัสสายทาง
- ประเภทผิวทางจราจร
- ความกว้างช่องจราจร
- ความยาวสายทาง
- กิโลเมตรเริ่มต้น – กิโลเมตรสิ้นสุด
- ความกว้างและชนิดวัสดุของไหล่ทาง
- ประวัติการซ่อมบำรุง

3.2 ข้อมูลทางด้านวิศวกรรม

- ลักษณะและปริมาณความเสียหายของผิวทางจราจร
- ปริมาณจราจร
- อายุการให้บริการของสายทาง
- ค่าความแอ่นตัวของสายทาง

3.3 ข้อมูลด้านอื่นๆ

- แหล่งชุมชน เช่น หมู่บ้าน โรงเรียน วัด
- สถานที่สำคัญในสายทาง สถานที่ท่องเที่ยว
- ฯลฯ

นอกจากนี้ยังสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งอื่นๆ อาทิ กองวิเคราะห์และวิจัยงานบำรุงทางกรมทางหลวงชนบท สำนักงานวิศวกรรมจราจร ข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ ข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลด้านการจัดสรรงบประมาณ เป็นต้น

1. กำหนดหลักเกณฑ์และดัชนีที่นำมาใช้ในแบบจำลอง ในส่วนนี้ได้แบ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ทางด้านวิศวกรรม และ ทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม โดยหลักเกณฑ์ในการให้คะแนนและจัดลำดับชั้นข้อมูล (Ranking) ของดัชนีต่างๆ จะใช้ตามทฤษฎีที่ได้จากงานวิจัย หรือจากองค์กรต่างที่ได้มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการเลือกดัชนีที่นำมาใช้พิจารณาในแบบจำลองดังต่อไปนี้

ด้านวิศวกรรม

ก. ดัชนีแสดงสภาพความเสียหายของถนนผิวทางลาดยาง (Rural Road Condition Index : RCI) ในส่วนนี้จะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาความเสียหาย โดยเก็บข้อมูลลักษณะความเสียหายของผิวทางทั้งหมด 6 ประเภทความเสียหาย ได้แก่

1) ความเสียหายแบบหลุมร่อน (Raveling) มีลักษณะความเสียหายเป็นการกระจายของวัสดุผิวหน้าออกไป สาเหตุมักเกิดจากการก่อสร้างไม่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ เช่น บดอัดไม่เพียงพอ ปริมาณยางในส่วนผสมแอสฟัลต์ติกคอนกรีตน้อยเกินไป ขณะทำงานอากาศชื้นเปียก หรือความร้อนของส่วนผสมแอสฟัลต์ติกมากเกินไปทำให้การยัดเกาะไม่ดีเมื่อมีการจราจรทำให้หลุมร่อนได้

2) ความเสียหายแบบยุบตัวหรือรอยปะซ่อม (Utility Cut Depression and Patching) มีลักษณะเป็นการปะซ่อม หรือการขุดซ่อมผิวจราจรเดิมจึงถือว่าเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรอยปะซ่อมที่เสื่อมสภาพหรือชำรุดทรุดโทรม จะมีผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งานเป็นอย่างมากถือเป็นความเสียหายหนัก

3) ความเสียหายแบบหลุมบ่อ (Potholes) มีลักษณะความเสียหายเป็นแอ่งหรือถ้ำ มีหลายขนาดโดยทั่วไปมีขอบคมและเป็นแนวตรงบริเวณปากหลุม หลุมบ่อเป็นความเสียหายที่เกิดจากรอยแตกหนึ่งจะเข้า การบวมตัว ผิวหลุมร่อน รอยปะซ่อมที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งชิ้นส่วนที่ไม่ยึด

เกาะเหล่านี้จะหลุดออกไปตามแรงกระทำของล้อรถวัสดุที่ชั้นทางที่อยู่ได้ลงไปก็จะหลุดออกตามมาจนเกิดเป็นหลุมบ่อที่มีความลึกมากขึ้น

4) ความเสียหายแบบยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression) มีลักษณะเป็นการยุบตัวเป็นแอ่งกระทะโดยมีระดับต่ำกว่าผิวทางในบริเวณข้างเคียง เกิดขึ้นเป็นแห่งๆ มีสาเหตุมาจากการทรุดตัวของชั้นทางใต้ผิวทาง หรือจากขั้นตอนการก่อสร้างที่มีการบดอัดชั้นดินคันทางไม่เพียงพอสามารถสังเกตได้ง่ายเมื่อเกิดฝนตกแล้วมีน้ำขัง

5) ความเสียหายแบบร่องล้อ (Channeling) มีลักษณะความเสียหายเป็นผิวจราจรยุบตัวเป็นร่องตามรอยของล้อรถ ภายใต้น้ำหนักจรหรือมีการเคลื่อนตัวด้านข้าง โดยอาจปรากฏผิวจราจรปูดที่บริเวณขอบของร่องดังกล่าว มีสาเหตุมาจากน้ำหนักจราจรมากเกินไป ความหนาของโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ การบดทับชั้นวัสดุไม่แน่นพอ หรือเกิดจากความอ่อนแอของวัสดุชั้นทางที่อยู่ใต้ผิวจราจร

6) ความเสียหายแบบรอยแตกตามยาวหรือแนวขวาง (Longitudinal or Transverse Cracks) มีลักษณะเป็นรอยแตกที่พบได้ทั้งรอยแตกตามแนวยาว และรอยแตกตามแนวขวาง มีสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (ยัดและหดตัว) ของวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ ซึ่งอาจมีรอยแตกเส้นเดียวตามแนวยาวหรือตามแนวขวางของถนน ถือว่าเป็นความเสียหายเบา

ในการสำรวจเพื่อตรวจสอบปริมาณความเสียหายแยกตามประเภทความเสียหายนั้น ได้กำหนดให้วัดความเสียหายในช่วงความยาวของถนน ในแต่ละช่วงย่อยทุกระยะ 200 เมตรและรวมความเสียหายที่เกิดขึ้นให้มีค่าความเสียหายต่อ 1 กิโลเมตร (1000 เมตร) เพื่อง่ายต่อการคำนวณค่า RCI ของสายทาง ค่าความเสียหายมีหน่วยวัดเป็นตารางเมตร โดยมีค่าเผื่อความเสียหายจากขอบออกไปข้างละ 0.30 เซนติเมตร ซึ่งการคำนวณหาค่าดัชนีแสดงสภาพความเสียหายของผิวทาง จะใช้สูตรในการคำนวณของระบบบริหารงานบำรุงทางที่กรมทางหลวงชนบทใช้อยู่ดังนี้

$$RCI = 0.287X + 0.259Y$$

โดยที่

RCI = ดัชนีสภาพทาง (Rural Road Condition Index)

X = พื้นที่ความเสียหายหนัก (%)

Y = พื้นที่ความเสียหายเบา (%)

พื้นที่ความเสียหายทั้ง 2 แบบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่สำรวจพบความเสียหาย เทียบกับพื้นที่ช่วงย่อยที่ทำการสำรวจความเสียหาย ส่วนการจำแนกประเภทชนิดความเสียหาย สามารถดูได้จากตารางที่ 10 และแบบฟอร์มในการสำรวจบันทึกค่าความเสียหายของผิวทาง ดังแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 10 แสดงการจำแนกชนิดความเสียหาย ตามประเภทความเสียหายที่ใช้ในแบบจำลอง

ความเสียหายหนัก	ความเสียหายเบา
หลุมบ่อ	หลุมคร่อน
ยุบตัวเป็นแอ่ง	รอยปะซ่อม
รอยร่องล้อ ลึก > 5 ซม.	รอยร่องล้อ ลึก ≤ 5 ซม.
รอยแตกผิวทาง ลึก > 5 ซม.	รอยแตกผิวทาง ลึก ≤ 5 ซม.

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

โดยค่าคะแนน RCI ที่ได้จากการคำนวณจะเป็นค่าคะแนนของช่วงย่อยระยะ 1000 เมตร ในการเลือกค่า RCI ของช่วงย่อยเพื่อเป็นตัวแทนค่า RCI ของสายทางนั้นจะเลือกค่า RCI ของช่วงย่อยที่มีค่า RCI สูงสุด (มีความเสียหายมากที่สุด) หรือใช้ค่าเฉลี่ย RCI ของสายทางก็ได้ ขึ้นอยู่กับรูปแบบในการประเมินของผู้ใช้งาน

ในการพิจารณาค่า RCI ของแต่ละสายทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษา ทางนั้น สายทางที่มีค่า RCI สูงจะเป็นสายทางที่ตรวจสอบพบความเสียหายมาก มีค่าน้ำหนัก ความสำคัญสูง และมีความรุนแรงต้องจัดลำดับความเร่งด่วนที่ต้องซ่อมบำรุงก่อนสายทางที่มี

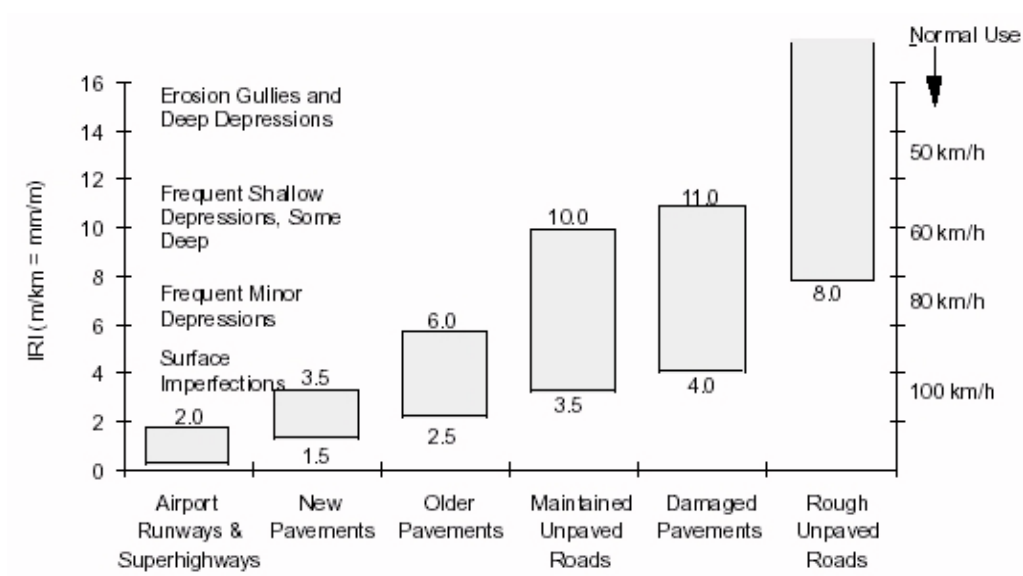
คะแนน RCI น้อยกว่า โดยมีเกณฑ์ในการจัดระดับชั้นคะแนนของดัชนีสภาพทางและค่าจำกัดความดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนดัชนีค่า RCI

ดัชนีสภาพทาง (RCI)	สภาพผิวทาง	ค่าจำกัดความ
0 – 1	ดีมาก	สภาพผิวทางใหม่ไม่มีความเสียหายบนผิวทาง
1 – 2	ดี	สภาพผิวทางสามารถขับรถได้ด้วยความสะดวกสบาย แทบไม่พบความเสียหายบนผิวทาง
2 – 3	ปานกลาง	สภาพผิวทางไม่สามารถขับรถด้วยความเร็วสูงได้
3 – 4	แย่มาก	สภาพผิวทางมีการเสื่อมสภาพจำเป็นต้องมีการปรับปรุง ผิวทางใหม่
4 – 5	แย่มาก	ผิวทางมีการเสื่อมสภาพสูงต้องทำการก่อสร้างผิวทาง ใหม่

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

ข. ค่าดัชนีความเรียบสากลหรือความขรุขระผิวทาง (International Roughness Index: IRI) ความขรุขระของผิวทาง คือ ค่าความแปรปรวนของผิวถนน ซึ่งสามารถระบุในลักษณะของค่าดัชนีได้ ปัจจุบันค่าดัชนีที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในงานวิศวกรรมการทาง คือ ค่าดัชนีความเรียบสากล (International Roughness Index หรือ IRI) ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้ระบุระดับความขรุขระของผิวทางที่มีผลทำให้ยานพาหนะมีการสั่นสะเทือน ค่า IRI ถูกกำหนดขึ้นโดยธนาคารโลก (World Bank) ในปี พ.ศ. 2529 สามารถคำนวณได้จากการรวมผลการวัดค่าระดับของผิวทางไปตามทิศทางที่รถวิ่ง จากนั้นนำค่าผลรวมที่ได้มาหารด้วยระยะทางตามแนวราบตามระยะที่นำค่าการวัดนั้นมาใช้ โดยค่า IRI จะมีหน่วยเป็นเมตรต่อกิโลเมตร ภาพที่ 3 แสดงภาพมาตรฐานการใช้ค่าดัชนี IRI สำหรับผิวถนนชนิดต่างๆ



ภาพที่ 3 ดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index หรือ IRI)

ที่มา: Sayers (1986)

ปัจจุบัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่า IRI สามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม ตามมาตรฐาน ASTM E 950-94 ดังนี้

- 1) Class I – เครื่องวัดที่มีความแม่นยำสูง ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ Non-Contact Lightweight Profiling Devices และ Portable Laser Profilers
- 2) Class II – เครื่องวัดที่มีวิธีการวัดค่าความขรุขระแบบอื่น ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ APL Profilographs, Optical Profilers และ Inertial Profilers (GMR)
- 3) Class III – เครื่องวัดที่มีการคำนวณค่า IRI จากสมการปรับแก้อื่นๆ ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ Roadmaster, ROMDAS, Roughometer, TRL Bump Integrator และ Rolling Straightedge

4) Class IV – เครื่องวัดที่มีข้อจำกัดในการประมวลผลหรือไม่มีการปรับแก้ค่าการวัด ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ Key Code Rating Systems, Visual Inspection และ Ride Over Section

โดยในส่วนนี้ได้กำหนดเกณฑ์พื้นฐานในการพิจารณาเก็บข้อมูลคือ เก็บข้อมูลโดยค่าอ้างอิงตามยาว (Longitudinal profile) ในช่วงตัวอย่าง 300 เมตร สมมุติให้ค่าความชันในช่วงตัวอย่างมีค่าคงที่ จำลองการสั่นสะเทือนของรถที่ความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งจะได้ค่าการสั่นสะเทือนสะสมต่อความยาวทดสอบมีหน่วยเป็น เมตรต่อกิโลเมตร และในการแบ่งระดับการประเมินสภาพทางได้แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็นช่วงดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนดัชนีค่า IRI

ดัชนีสภาพทาง (IRI)	สภาพผิวทาง	คำจำกัดความ
0 – 2	ดีมากที่สุด	เป็นถนนที่มีสภาพผิวทางราบเรียบมาก
2 – 3.5	ดีมาก	เป็นถนนที่มีสภาพดีมากหรือเพิ่งก่อสร้างแล้วเสร็จ
3.5 – 4.5	ดี	สภาพของทางอยู่ในเกณฑ์ดีมีความขรุขระบ้างเล็กน้อย
4.5 – 5.5	ปานกลาง	สภาพของทางมีความขรุขระบ้างพอควร
5.5 – 6.5	แย่มาก	สภาพของทางอยู่ในสภาพแย่มากมีความขรุขระมาก
มากกว่า 6.5	แย่มาก	สภาพของทางอยู่ในสภาพแย่มากมีความขรุขระมากเป็นหลุมบ่อ ผิวทางเสื่อมสภาพสูง

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

อีกวิธีหนึ่งคือ ทดสอบโดยใช้เครื่องมือ Bump Integrater ซึ่งเป็นเครื่องมือประเภท Road Meter ประกอบด้วยตัว Integrater Unit ติดตั้งอยู่บนตัวถังรถยนต์ส่วนหลัง มีสายลวดสลึงพันลูกรอกร้อยต่อลงมาถึงกับเพลาลังลูกรอกนี้จะตั้งอยู่ตลอดเวลา โดยมีขดลวดสปริงแบบลานนาฬิกาเหนี่ยวไว้ภายใน ลูกรอกจะหมุนไปกลับได้ตามการเคลื่อน ขึ้น-ลง ของเพลาลังในขณะที่รถวิ่งผ่านไปมาตามทางที่ตัว Integrater Unit นี้จะมีเครื่องส่งสัญญาณตามสายไฟไปยัง Counter Unit ที่อยู่ในห้องคนขับ และจะบันทึกค่าเคลื่อนที่ลงสะสมของเพลาลังดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 เครื่องมือ Bump Integrator

การทำงานเมื่อรถยนต์วิ่งไปตามทางด้วยความเร็วคงที่ 32 กม./ชม. เมื่อถึงจุดเริ่มต้น Section ให้เปิดสวิตช์ทำงานที่ Counter Unit และปิดสวิตช์เมื่อวิ่งผ่านสุด Section นั้นแล้ว ค่าที่อ่านได้มีหน่วยเป็นเซนติเมตร นำมาหารด้วยระยะทางของ Section นั้น เป็นค่าความเรียบของทางที่ยังไม่ได้ทำการสอบเทียบ ในการใช้ความเร็วคงที่ 32 กม./ชม. (20 ไมล์/ชม.) นี้เป็นความเร็วที่ใช้งานในการศึกษาระยะแรกเริ่ม เราอาจจะใช้ความเร็วคงที่ที่ความเร็วอื่นได้ตามความเหมาะสมกับสภาพการจราจรและการใช้ความเร็วได้อย่างต่อเนื่อง แต่ทั้งนี้ต้องทำการสอบเทียบที่ความเร็วคงที่นั้น

เนื่องจากค่า Roughness ของถนนที่ได้จากเครื่องมือ Bump Integrator เป็นค่าสะสมของเพลาหลังเทียบกับพื้นตัวถังรถยนต์ในขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่ผ่านถนนทดลอง จะแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของรถยนต์ ลมยาง น้ำหนักที่บรรทุก สภาพ และอายุการใช้งานของรถยนต์แต่ละคัน จึงต้องมีการสอบเทียบกับหน่วยวัดมาตรฐาน (Calibrate Roughness) ทุกครั้งก่อนการใช้งานหรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพรถยนต์ โดยเลือกสายทางที่จะทดสอบอย่างน้อย 8 สายทาง แต่ละสายทางยาวอย่างน้อย 200 เมตร รวมระยะทางที่จะทดสอบอย่างน้อย 4.5 กม. ซึ่งมีค่าความเรียบของถนนหรือความขรุขระในแต่ละสายทางกระจายตั้งแต่ขรุขระน้อยไปจนถึงขรุขระมาก ทดสอบด้วยเครื่องมือ Abay Beam หรือเครื่องมือ Dipstick คำนวณหาค่า Roughness มาตรฐาน ในขณะเดียวกันใช้รถยนต์ที่ติดตั้งเครื่องมือ Bump Integrator วิ่งทดสอบบนแต่ละสายทาง นำค่าที่ได้ไปคำนวณเทียบกับค่าความเรียบมาตรฐานที่ได้ทำการสอบเทียบไว้แล้วจะได้ค่าความเรียบที่มาตรฐานต่อไป

ก. ความแข็งแรงของชั้น โครงสร้าง (Structural Condition)

ค่าความแข็งแรงของชั้น โครงสร้าง เป็นค่าที่ใช้แสดงความสามารถของถนนในการรับน้ำหนักบรรทุก โดยใช้วิธีวัดการทรุดตัวของถนน และจากข้อมูลที่ได้สามารถบอกอายุการให้บริการของทางด้วย

ในดัชนีนี้จะมีตัวแปรให้เลือกใช้ในการพิจารณาจำนวน 2 ตัวแปรคือ 1. อายุการใช้งานของสายทาง 2. ค่าการทรุด ตัวของสายทาง โดยเลือกใช้ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเพียงอย่างเดียว โดยการเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลของสายทางที่ได้มีการสำรวจเก็บข้อมูลไว้ โดยมีรายละเอียดการคิดค่าคะแนนของแต่ละตัวแปรดังนี้

1) อายุการใช้งานของสายทาง

ค่าอายุการใช้งาน หมายถึง ปีปัจจุบันลบออกด้วยปีที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ ยกเว้นถนนที่ได้รับการซ่อมบำรุงด้วยวิธีตามกำหนดเวลา, วิธีบำรุงพิเศษ การคิดอายุการใช้งานจะเท่ากับ ปีปัจจุบันลบด้วยปีที่ซ่อมบำรุงแล้วเสร็จ โดยมีวิธีการคำนวณค่าคะแนนของดัชนีคือ

$$\text{คะแนนดัชนี} = (\text{ค่าน้ำหนักของดัชนี} \times \text{อายุการใช้งาน}) / \text{อายุการใช้งานสูงสุดของสายทาง}$$

ตัวอย่าง

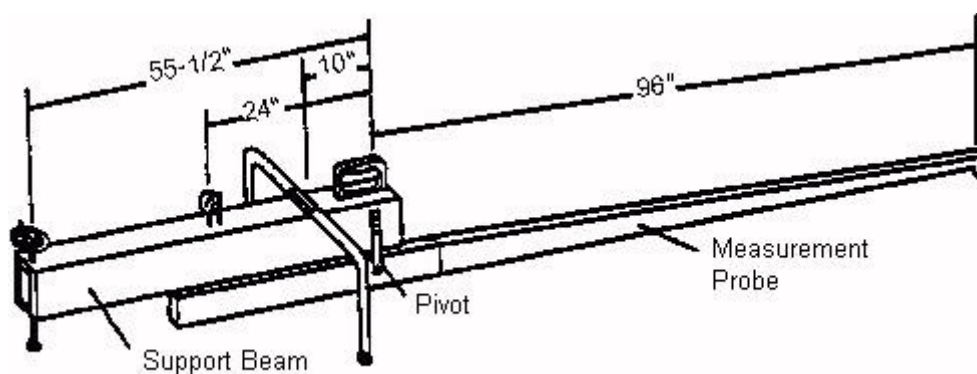
$$\begin{aligned} \text{ค่าอายุการใช้งานสูงสุดของสายทางที่ตั้งไว้} &= 15 \quad \text{ปี} \\ \text{ค่าน้ำหนักของดัชนี} &= 10 \quad (\text{จากทั้งหมด } 100) \\ \text{ถ้าอายุการใช้งาน} &= 3 \quad \text{ปี} \\ \text{คะแนนดัชนี} &= \frac{10}{15} \times 3 = 2 \quad \text{คะแนน} \end{aligned}$$

2) ค่าการแอ่นตัวของถนน (Deflection)

การแอ่น หรือทรุดตัวของถนนชนิดผิวจราจรแบบยืดหยุ่น ก็คือ Elastic deformation ของถนน เป็นการยุบตัวของถนนแบบชั่วคราว เมื่อน้ำหนักล้อรถมากระทำ และเมื่อน้ำหนักล้อรถ

นั้นผ่านไปถนนก็จะคืนสู่สภาพเดิม การทรุดตัวซ้ำๆ ณ จุดใดๆ จะทำให้ถนนเกิดการล้า (Fatigue) เป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายอื่นๆ ตามมา เมื่อถนนก่อสร้างแล้วเสร็จจะมีการทรุดตัวระดับหนึ่ง เมื่อเปิดการจราจร ค่าการทรุดตัวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามปริมาณจราจรจนกระทั่งถนนไม่สามารถรองรับการจราจรต่อไปได้อีก และเริ่มชำรุดเสียหาย

ค่าการแอ่นตัวของถนน ได้จากการวัดค่าความทรุดตัวของถนนตลอดสายทางทุกช่วง ความยาวที่กำหนด โดยเครื่องมือที่ใช้วัดคือ Benkelman beam โดยเครื่องมือนี้จะวัดค่าการทรุดตัวออกมาในรูปของ การแอ่นตัว (Deflection) แล้วนำค่าการแอ่นตัวที่ได้มาให้คะแนนตามตารางที่ 13



ภาพที่ 5 Benkelman Beam Schematic

ที่มา: <http://pavementinteractive.org/index>.

ตารางที่ 13 ตัวอย่างการกำหนดค่าประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักของถนนผิวทาง
แอสฟัลต์หนา 5 ซม.

สภาพทางที่ประเมิน	Deflection (x 10 ⁻³ inch)	คะแนน
เลวมาก	34 – 48	0 – 2
เลว	27 – 34	2 – 4
พอใช้ได้	22 – 27	4 – 6
ดี	20 – 22	6 – 8
ดีมาก	18 – 20	8 – 10

ที่มา: รัช (2524)

หลังจากทำการเปรียบเทียบค่าการแอ่นตัวที่ได้ ให้อยู่ในรูปของค่าคะแนนตามตารางที่ 13 แล้ว ในการคิดค่าคะแนนของดัชนีสามารถคำนวณได้จากสมการคือ

$$\text{คะแนนดัชนี} = \left(\frac{\text{ระดับชั้นที่ค่าคะแนนตกอยู่}}{\text{ระดับชั้นคะแนนทั้งหมด}} \right) \times \text{ค่าน้ำหนักของดัชนี}$$

ตัวอย่าง

$$\text{ค่าน้ำหนักของดัชนี} = 10 \quad (\text{จากทั้งหมด } 100)$$

$$\text{ถ้าค่าการแอ่นตัวที่วัดได้} = 25 \times 10^{-3} \text{ inch}$$

$$\text{อยู่ในช่วงคะแนน} = 4 - 6$$

$$\text{อยู่ในระดับชั้น (Rating)} = 3$$

$$\text{ระดับชั้นคะแนนทั้งหมด} = 5$$

$$\text{คะแนนดัชนี} = \frac{3}{5} \times 10 = 6 \text{ คะแนน}$$

เมื่อได้ค่าคะแนนของดัชนีแล้ว คะแนนที่ได้จะถูกนำไปรวมกับค่าคะแนนของดัชนีตัวอื่นๆ ทั้งหมดที่นำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญ รวมเป็นค่าคะแนนของสายทางทั้งหมดจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนของแบบจำลอง เพื่อนำค่าคะแนนที่ได้มาทำการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

ง. คุณภาพการขับขี

การประเมินคุณภาพในการขับขีเป็นการประเมินความสะดวกสบายในการขับขีในช่วงแรกเป็นการประเมินโดยให้กลุ่มผู้ใช้เส้นทางขับขีไปบนถนนเพื่อให้คะแนนความสะดวกสบาย ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบการให้คะแนนโดยสถาบัน AASHTO ให้ง่ายต่อการจัดลำดับคุณภาพทาง โดยมีการนำเครื่องมือมาช่วยในการตรวจวัดให้คะแนน โดยคะแนนที่ได้เรียกว่าค่าดัชนีสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Index : PSI) สำหรับถนนลาดยางเขียนออกมาในรูปของสมการได้ดังนี้

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

โดยที่

PSI = Present Serviceability Index

SV = Slope Variance by Slope Profilometer

C = Major Cracking (ft²/1000 ft² area)

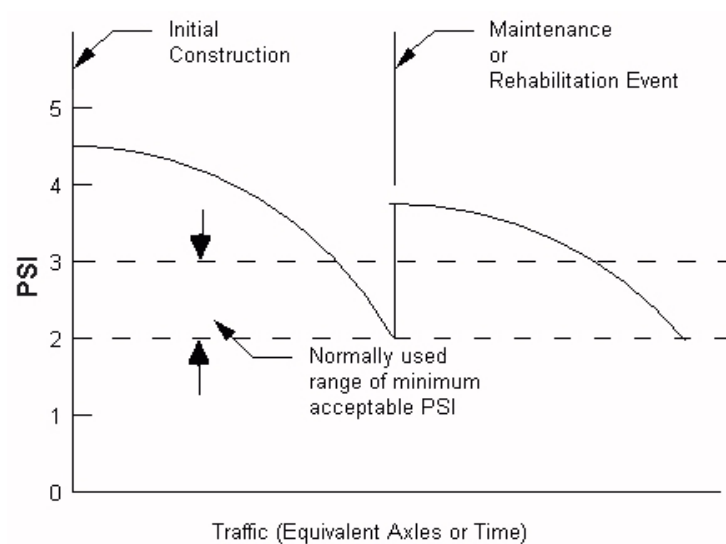
P = Patching (ft²/1000 ft² area)

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

โดยค่าดัชนีสภาพบริการของทางที่ได้จะถูกจัดอยู่ในช่วงคะแนน 0 – 5 โดยค่าคะแนน 0 หมายความว่าสภาพทางอยู่ในระดับคุณภาพไม่ดี และคะแนนที่ 5 หมายถึง คุณภาพดีมาก ดังแสดงในแผนภาพที่ 6 นอกจากนี้ดัชนีสภาพบริการของทางยังบอกถึงช่วงเวลาที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพทาง หรือทำการบำรุงรักษาทาง คือช่วงที่ค่า PSI เข้าใกล้ 2 ดังแสดงในแผนภาพที่ 7

Acceptable?		5	Very Good
Yes	☐	4	Good
No	☐	3	Fair
Undecided	☐	2	Poor
		1	Very Poor
		0	
Section Identification.....		Rating	

ภาพที่ 6 ดัชนีสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Index : PSI)



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสภาพบริการของทางกับการปรับปรุงคุณภาพทาง

ที่มา: Hveem (1948)

จ. การตรวจวัดความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance)

สภาพความฝืดของผิวทาง หมายถึง สภาพความต้านทานการลื่นไถลของรถยนต์ ผู้ขับขี่สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่และหยุดรถยนต์ได้ตามความต้องการ เมื่อผิวถนนแห้ง ความฝืดระหว่างล้อรถยนต์กับผิวทางจะดี ในทำนองเดียวกันเมื่อผิวถนนเปียก ความฝืดระหว่างล้อรถยนต์กับผิวทางจะลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากแผ่นน้ำที่เคลือบผิวทาง (Hydroplaning) ถ้าหากผิวทางมีความฝืดไม่เพียงพอผู้ขับขี่ก็จะไม่สามารถควบคุมทิศทางของการเคลื่อนที่ของรถยนต์ได้ เกิดการลื่นไถลรถยนต์หมุนและไม่สามารถหยุดรถยนต์ได้ตามความต้องการด้วยความปลอดภัย การตรวจสอบความฝืดของผิวทางจึงเป็นข้อมูลสำคัญอันหนึ่งสำหรับงานบำรุงรักษาทางที่จะช่วยลดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้

ความฝืดของผิวทางช่วยให้ยานพาหนะที่วิ่งผ่านมีการยึดเกาะถนนที่ดีทำให้เกิดความปลอดภัยในการขับขี่ แต่ในทางกลับกัน ความฝืดของผิวทางเป็นตัวทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลงหรือวิ่งได้ช้ากว่าถนนที่มีผิวทางเรียบ ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความฝืดของผิวทาง ได้แก่ ผิวทางมียางเยิ้ม (Flushing or Bleeding) และอีกสาเหตุหนึ่งคือ การลื่นไถล (Slippery Surface)

โดยในการเก็บข้อมูลความฝืดของผิวทางจะ ใช้เครื่องมือ Lock-Wheel Skid Trailer ตาม ASTM-E274 หรือใช้ค่าคะแนนที่มีการสำรวจเก็บข้อมูลไว้แล้วของหน่วยงานกรมทางหลวงชนบทหรือหน่วยงานที่ได้มีการทดสอบและเก็บข้อมูลของเส้นทางไว้ มาทำการเปรียบเทียบหาค่าคะแนนที่กำหนดไว้ตามตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนค่าความฝืดของผิวทาง

ค่าความฝืด (Skid Number)	คำจำกัดความ	คะแนน
<30	ผิวทางลื่นควรปรับปรุงสภาพผิวทาง	4
≥ 30	ค่าความฝืดผิวทางที่ยอมรับได้	3
31 - 34	ค่าความฝืดที่ยอมรับได้แต่ควรเฝ้าระวัง	2
≥ 35	สภาพความฝืดผิวทางที่เหมาะสม	1

อันตรายที่ค่าคะแนนตกอยู่ จะเป็นสัดส่วนตัวคูณค่าน้ำหนักความสำคัญของดัชนี เพื่อนำไปวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

เกณฑ์ด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

ฉ. ดัชนีด้านสังคมจัดอยู่ในรูปของอัตราส่วนกิจกรรมทางสังคมต่อเงินลงทุน
(Social Activities / Cost Ratio : SACR)

$$SACR = [(จำนวนหมู่บ้าน + จำนวนโรงเรียน + (จำนวนวัด * 0.5)) / ค่าดำเนินการ]$$

เป็นการประเมินในเชิงผลกระทบต่อสังคมในรูปของกิจกรรมทางสังคมของชุมชน ในเขตสายทางต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสายทาง แนวทางในการสำรวจให้สำรวจโดยการนับจำนวนและค่าของตัวแปรแต่ละตัวที่ได้รับผลกระทบจากสายทางซึ่งตัวแปรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ จำนวนหมู่บ้าน จำนวนโรงเรียน จำนวนวัด และค่าดำเนินการโดยค่าดำเนินการที่นำมาใช้จะเป็นค่าดำเนินการที่ได้จากการคิดราคาต่อหน่วยของการซ่อมบำรุง โดยแยกประเภทความเสียหาย หรือเป็นค่าดำเนินการต่อหน่วยเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินของหน่วยงานและได้เสนอของบประมาณในการซ่อมบำรุงทางในปีงบประมาณนั้นๆ แล้วนำค่าและจำนวนของตัวแปรที่ได้ทั้งหมดในสายทางมาประเมินหาค่า SACR ของแต่ละสายทางเพื่อนำค่าคะแนนที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญการซ่อมบำรุงทาง

ช. สถานที่สำคัญในสายทาง

สถานที่สำคัญในเส้นทาง มีความสำคัญต่อการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางคือ ถ้าหากมีสถานที่ท่องเที่ยวหรือสถานที่สำคัญตั้งอยู่ในเส้นทางนั้น ย่อมเกิดการสัญจรผ่านเข้ามาใช้เส้นทาง จากนั้นนักท่องเที่ยวหรือประชาชนที่ต้องการไปเที่ยวชมสถานที่สำคัญต่างๆ ของประเทศ ในปัจจุบันการบำรุงรักษาสายทางให้อยู่ในสภาพดีอยู่เสมอจะช่วยให้การเดินทางเข้าถึงสถานที่ท่องเที่ยว ทำได้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทำให้มีนักท่องเที่ยวเข้าไปเที่ยวชมมากขึ้น มีการสัญจรในเส้นทางมากขึ้น ประชากรในท้องถิ่นมีรายได้มากขึ้นทั้งจากการบริการขนส่งนักท่องเที่ยวและการขายสินค้า ทำให้เศรษฐกิจในท้องถิ่นนั้นๆ ดีขึ้นตามลำดับ โดยแบ่งเกณฑ์ในการพิจารณาการให้คะแนนสถานที่สำคัญในสายทางออกเป็น ดังนี้

1) สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับประเทศ คือสถานที่หรือแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานราชการว่าเป็นสถานที่ หรือแหล่งท่องเที่ยวระดับประเทศ

2) สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับภูมิภาค คือสถานที่หรือแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานราชการว่าเป็นสถานที่ หรือแหล่งท่องเที่ยวระดับภูมิภาค

3) สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับจังหวัด คือสถานที่หรือแหล่งท่องเที่ยวที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากหน่วยงานราชการว่าเป็นสถานที่ หรือแหล่งท่องเที่ยวระดับจังหวัด

ทำการสำรวจโดยการนับจำนวนของสถานที่ หรือแหล่งท่องเที่ยวที่อยู่ในสายทาง โดยแยกประเภทตามความสำคัญที่ได้กำหนดไว้ แล้วทำการบันทึกข้อมูลชื่อ ตำแหน่งที่ตั้ง ลงในแบบฟอร์มการสำรวจ แล้วนำค่าที่ได้มาทำการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ (จำนวนสถานที่ $\times$ ค่าคะแนนของสถานที่แต่ละประเภท) จากนั้นนำคะแนนที่ได้ คูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญของดัชนีที่ได้กำหนดไว้ แล้วนำค่าคะแนนที่ได้ไปรวมกับค่าคะแนนจากการวิเคราะห์จากตัวแปรอื่นๆ เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญการซ่อมบำรุงทางต่อไป

ตารางที่ 15 เกณฑ์การให้คะแนนข้อพิจารณาสถานที่สำคัญในสายทาง

รายการ	คะแนน
1. สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับประเทศ	10
2. สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับภูมิภาค	7
3. สถานที่ หรือ แหล่งท่องเที่ยวระดับจังหวัด	5

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

ข. ความหนาแน่นของแหล่งชุมชน

ความหนาแน่นของแหล่งชุมชนเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณการเข้ามาใช้เส้นทางในการสัญจรของประชากร และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประชากรที่ใช้ถนน ถ้าจำนวนของชุมชนมีปริมาณมากก็มีความต้องการใช้เส้นทางในการสัญจรไปมามาก ทำให้สภาพของผิวถนนมีความเสียหายจากการสัญจรมากขึ้นตามลำดับ หรือในสภาวะเดียวกันเส้นทางที่มีแหล่งชุมชนมาก ก็มีแนวโน้มที่จะมีการดำเนินธุรกิจมาก มีความต้องการในการใช้ถนนสูง ฉะนั้นถนนจึงต้องมีการบำรุงรักษาให้มีสภาพดีอยู่เสมอ

เกณฑ์ในการให้คะแนน ทำโดยการสำรวจนับจำนวนของแหล่งชุมชน (หมู่บ้าน) ตำแหน่งที่ตั้งที่อยู่ในเส้นทางนั้นทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มการสำรวจ แล้วทำการให้คะแนน โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนข้อพิจารณาความหนาแน่นของแหล่งชุมชน

จำนวนหมู่บ้าน (แห่ง)	คะแนน
มากกว่า 15	10
15 – 10	7
น้อยกว่า 10	5

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

จากนั้นจะเป็นขั้นตอนในส่วนการประมวลผล โดยการนำค่าคะแนนที่ได้มาคูณกับน้ำหนักความสำคัญของดัชนีที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นนำค่าที่ได้ไปรวมกับค่าคะแนนทั้งหมดของแต่ละดัชนีที่นำมาพิจารณา เพื่อทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญการซ่อมบำรุงทางต่อไป

ฉ. ปริมาณการจราจรในสายทาง

ปัจจัยทางด้านปริมาณการจราจรในสายทาง เป็นปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์หาปริมาณรถที่ผ่านใช้เส้นทาง ซึ่งปริมาณรถที่มีการสัญจรในเส้นทางเป็นตัวแปรที่บ่งชี้ถึงความสำคัญของสายทางในด้านเศรษฐกิจ ในสายทางที่มีปริมาณรถมากก็จะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากตามไปด้วย เนื่องจากมีมูลค่าที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสินค้า และการให้บริการ ทั้งในด้านการเกษตรและอุตสาหกรรม

โดยในการเก็บข้อมูลจะทำการนับจำนวนของยานพาหนะที่มีการสัญจรบนเส้นทางต่อวัน แล้วจากนั้นนำปริมาณการจราจรที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยของการจราจรที่ผ่านเส้นทางในหนึ่งวัน (AADT) นับโดยแยกประเภทของยานพาหนะออกเป็นประเภทต่างๆ ตามเกณฑ์ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจรต่อเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ เมื่อทำการนับจำนวนยานพาหนะที่สัญจรผ่านใช้สายทางแล้ว นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับให้อยู่ในหน่วยของการนับเดียวกัน โดยเปรียบเทียบหน่วยการนับปริมาณจราจรในหน่วย P.C.U. (Passenger Car Unit) โดยมีเกณฑ์ในการแปลงหน่วยดังนี้

1. รถจักรยานยนต์ 1 คัน คิดเป็น 0.25 P.C.U.
2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล 1 คัน คิดเป็น 1 P.C.U.
3. รถยนต์นั่งพ่วง 1 คัน คิดเป็น 1 P.C.U.
4. รถโดยสารขนาดกลาง 1 คัน คิดเป็น 1.5 P.C.U.
5. รถโดยสารขนาดใหญ่ 1 คัน คิดเป็น 2.0 P.C.U.
6. รถบรรทุก 10 ล้อ 1 คัน คิดเป็น 2.5 P.C.U.
7. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง 1 คัน คิดเป็น 2.5 P.C.U.

จากนั้นทำการคำนวณปริมาณการจราจรทั้งหมดของสายทางเพื่อหาค่าระดับคะแนน (Rating) ของสายทาง โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เกณฑ์การให้คะแนน ปริมาณการจราจรในสายทาง

ปริมาณจราจร (P.C.U.)	คะแนน
มากกว่า 5,000	15
3,000 – 5,000	12
1,000 – 3,000	10
น้อยกว่า 1,000	7

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

ในส่วนของการคำนวณโดยโปรแกรม หลังจากที่ได้ค่าคะแนนของข้อพิจารณาแล้ว โปรแกรมจะนำค่าคะแนนที่ได้ไปคูณกับค่าน้ำหนักของดัชนี “ปริมาณการจราจรในสายทาง” จากนั้นจะนำค่าคะแนนของดัชนีที่คำนวณได้ไปรวมกับดัชนีทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่ใช้พิจารณาในโปรแกรม เพื่อหาคะแนนดัชนีของทั้งสายทาง ซึ่งคะแนนที่ได้จะนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

ญ. ปริมาณยานยนต์หนักที่สัญจรในสายทาง

ยานยนต์หนัก ในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมได้กำหนดเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของยานพาหนะที่อยู่ในส่วนของยานยนต์หนักตามที่กรมทางหลวงชนบทได้กำหนดเกณฑ์ไว้ตามน้ำหนักบรรทุกที่ลงเพลของยานพาหนะชนิดนั้นๆ ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในการหาค่าคะแนนของดัชนีนี้ทำโดยการนับจำนวนรถบรรทุกที่สัญจรผ่านเส้นทาง แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยเป็นปริมาณจราจรต่อหนึ่งวัน จากนั้นนำมาจัดลำดับเปรียบเทียบปริมาณตามตารางเกณฑ์การให้คะแนน โดยยานยนต์หนักที่มีการเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์สำหรับดัชนีนี้ได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อ, รถบรรทุก 10 ล้อ, รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง, รถบรรทุกพ่วง, รถบัส และรถโดยสารประจำทาง

ตารางที่ 18 เกณฑ์การให้คะแนนปริมาณยานยนต์หนัก

จำนวนรถบรรทุกหนัก (คัน / วัน)	คะแนน
มากกว่า 500	10
300 – 500	8
100 – 300	6
น้อยกว่า 100	4

ที่มา: สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง กรมทางหลวงชนบท (2545)

จากนั้นทำการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้คูณกับค่าน้ำหนักความสำคัญของดัชนีเพื่อทำการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญการซ่อมบำรุงทางต่อไป

ฉ. ความปลอดภัย

ในแบบจำลองนี้ค่าความปลอดภัยจะวัดออกมาในรูปของอัตราการเกิดอุบัติเหตุในสายทาง โดยระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class) จะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างของผิวทาง เป็นต้น ในแบบจำลองนี้ได้มีการกำหนดลักษณะเบื้องต้นของทางไว้ ซึ่งสายทางแต่ละเส้นที่นำมาพิจารณาจัดลำดับความสำคัญมีลักษณะของถนนเหมือนกัน ดังนั้นอัตราการเกิดอุบัติเหตุจึงเป็นการนับจำนวนการเกิดอุบัติเหตุเทียบกับปริมาณการจราจรเฉลี่ยในเส้นทางและเปรียบเทียบกับความยาวของเส้นทางนั้นๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดลำดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ แสดงตามสมการดังนี้

$$\text{อัตราการเกิดอุบัติเหตุ} = \text{จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุ} / \text{ปริมาณจราจรเฉลี่ย} / \text{ระยะทาง}$$

ค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุที่คำนวณได้ของในแต่ละเส้นทางที่นำมาทำการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญ จะถูกนำมาเปรียบเทียบกันเอง โดยเส้นทางที่มีค่าคะแนนมากที่สุดจะถูกจัดให้มีคะแนนความสำคัญมากที่สุด จากนั้นเส้นทางที่มีค่าคะแนนมากเป็นลำดับถัดมาก็จะถูกนำมาจัดลำดับความสำคัญเป็นลำดับที่สอง โดยการเรียงลำดับคะแนนจะเรียงลำดับจากเส้นทางที่มีค่า

คะแนนมากไปหาเส้นทางที่มีคะแนนน้อยเรียงลำดับกันไปตามจำนวนของเส้นทางที่นำมาเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญ

เมื่อทำการคำนวณค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุของสายทางแล้ว ค่าคะแนนที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักความสำคัญของดัชนี โดยค่าคะแนนที่มากที่สุดของสายทางที่นำมาพิจารณาจัดลำดับจะมีค่าคะแนนเท่ากับ น้ำหนักความสำคัญของดัชนี และอัตราการเกิดอุบัติเหตุค่าถัดไปก็จะมีค่าคะแนนลดหลั่นกันตามสัดส่วน เพื่อนำไปทำการเปรียบเทียบและจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทางต่อไป

ส่วนที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทาง

ในการศึกษาการจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทางโดยการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญจากค่าคะแนนรวมของดัชนีที่ใช้ในแบบจำลองนั้นเพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการนำไปใช้งานของหน่วยงานต่างๆ จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมโดยนำหลักการดังกล่าวข้างต้นมาใช้เพื่อออกแบบให้เป็นระบบฐานข้อมูลที่มีการจัดเก็บข้อมูลทั่วไปของถนน ประวัติการก่อสร้างและบำรุงรักษา ปริมาณการจราจร ปริมาณและลักษณะความเสียหายของผิวจราจร โดยที่ระบบฐานข้อมูลนี้มีความสามารถในการจัดการ ดังนี้

- สามารถเพิ่มเติมข้อมูลสายทางให้เป็นปัจจุบันได้ตลอดเวลา
- สามารถเรียกดูข้อมูลข้อสายทางที่เก็บไว้ได้
- สามารถประเมินให้คะแนนสาย และจัดลำดับสายทางตามค่าคะแนนของดัชนีที่นำมาวิเคราะห์ได้
- สามารถกำหนด ค่าน้ำหนักความสำคัญของดัชนีที่นำไปคำนวณหาคะแนนของสายทางได้
- สามารถจัดเก็บข้อมูลของถนน และแสดงผลได้อย่างเป็นระบบ

ซึ่งฐานข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสายทางงานบำรุงรักษาทางและช่วยในการตัดสินใจเสนอของบประมาณ ในเส้นทางที่มีความต้องการในการซ่อมบำรุงมากกว่า ซึ่งจะช่วยให้การใช้ทรัพยากรของประเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณและระยะเวลา โดยรายละเอียดของโปรแกรมที่จะนำเสนอประกอบด้วย รายละเอียดทั่วไปของสายทาง ข้อมูลความเสียหายผิวทาง ข้อมูลการจราจร และ

ค่าใช้จ่ายโดยประมาณของการซ่อมบำรุง โดยเมื่อทำการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาแล้วได้นำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง ของสายทางตัวอย่างจำนวน 5 สายทาง ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงชนบท จังหวัด เชียงใหม่ เป็นกรณีศึกษา ซึ่งผลการพัฒนาโปรแกรมและการประยุกต์ใช้งานจะได้กล่าวในบทต่อไป

ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์และแสดงผลของโปรแกรม

1. การวิเคราะห์ผล ในส่วนนี้จะเป็นการประมวลผลของโปรแกรมจากค่าคะแนนรวมของสายทางที่นำมาวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญ และคะแนนความสำคัญของค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในแบบจำลอง การหาค่าคะแนนรวมของสายทางสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$PI = Ti \times Ui$$

โดยที่

PI = ค่าคะแนนรวมของสายทาง (Priority Index) ที่จะนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

Ti = ค่าน้ำหนัก (Weight Factor) ของดัชนีต่างๆ ที่ใช้ในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

Ui = ค่าแสดงระดับดัชนีต่างๆ ของสายทาง (Utility Value) ทางด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐกิจและด้านสังคม โดยในแบบจำลองนี้มีค่าดัชนีที่นำมาพิจารณาทั้งสิ้น 11 ข้อพิจารณา

การประเมินค่า Ti นี้กระทำได้โดยสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มวิศวกรและนักบริหาร ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการวางแผนงานและจัดการด้านงานบำรุงรักษาทาง เพื่อให้ทราบถึงระดับความสำคัญของดัชนีต่างๆ ที่นำมาใช้ในการพิจารณาจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง

ส่วนการหาค่า Ui ซึ่งเป็นค่าแสดงระดับดัชนีของสายทางนั้น หาได้จากการนำค่าคะแนนที่ได้ของตัวแปรแต่ละตัวที่ได้จากการสำรวจ หรือจากการคำนวณ มาจัดให้อยู่ในรูปของระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ (Ranking Table) โดยในแบบจำลองจะกำหนดให้ค่า

คะแนนในระดับสูงสุดจะมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 และค่าคะแนนในชั้นถัดไปจะมีค่าคะแนนลดลงตามสัดส่วนจำนวนชั้นคะแนน ตัวอย่างเช่น

ทางสาย ก. จากการสำรวจ มีปริมาณจราจร = 4,000 P.C.U. / วัน แสดงว่า

- ได้ค่าคะแนน = 12 (ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้)
- อยู่ใน Ranking ที่ 2 จากทั้งหมด 4 Ranking
- คำนวณค่าระดับดัชนีของสายทางได้จาก [ระดับชั้นคะแนนที่ได้ / จำนวนชั้นคะแนนทั้งหมด] มีค่าเท่ากับ $2/4 = 0.5$

จากนั้นค่าคะแนนที่ได้ของแต่ละสายทาง (PI) จะถูกนำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละสายทางที่นำมาทำการจัดเรียงเพื่อจัดลำดับสายทาง โดยเรียงค่าคะแนนจากมากไปหาน้อย โดยค่าคะแนนที่มากหมายถึงสายทางที่มีความสำคัญเป็นอันดับแรกของการดำเนินงานบำรุงรักษา และในทำนองเดียวกัน ถ้าค่าคะแนนของสายทางน้อยที่สุดแสดงว่าสายทางนั้นมีความสำคัญเป็นอันดับสุดท้าย

2. แสดงผลที่ได้จากโปรแกรมการจัดลำดับความสำคัญของทางในการบำรุงรักษาเส้นทาง

มีการแสดงผลการวิเคราะห์และประมวลผลในหน้าต่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยผลที่ได้จากโปรแกรมสามารถพิมพ์ผลการคำนวณออกมาในรูปแบบรายงานเพื่อให้เข้าใจง่าย และสามารถใช้เป็นเอกสารอ้างอิงประกอบในการจัดสรรงบประมาณงานซ่อมบำรุงทาง โดยมีรูปแบบหน้าต่างการแสดงผลจากโปรแกรม และหน้าต่างแสดงข้อมูลของสายทาง ดังแสดงในคู่มือการใช้โปรแกรมใน ภาคผนวก ค

ผลและวิจารณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการศึกษาตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในบทที่ผ่านมา โดยเริ่มจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดลำดับสายทางในงานบำรุงรักษาทาง และการนำหลักการดังกล่าวไปพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความสะดวกและง่ายในการนำไปใช้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างสายทางโครงข่ายที่อยู่ในความดูแลรับผิดชอบของสำนักทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ศึกษา โดยมีรายละเอียดโครงข่ายสายทางดังแสดงในตารางที่ 19

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

จากทฤษฎีในบทที่ผ่านมาเป็นแนวทางที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการจัดลำดับความสำคัญสายทางในงานบำรุงรักษาทาง โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งในส่วน of ข้อมูลสภาพทาง ได้แก่ ภาพถ่ายสายทาง ข้อมูลลักษณะความเสียหายของผิวทาง ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลค่าความเรียบของผิวทาง ข้อมูลอายุคงเหลือของสายทาง และข้อมูลทั่วไปของสายทาง ได้แก่ รหัสสายทาง ชื่อสายทาง ความยาวสายทาง ประวัติการก่อสร้างและการซ่อมบำรุง รวมถึงข้อมูลด้านสถานที่ ได้แก่ จำนวนหมู่บ้าน วัด โรงเรียน สถานที่ท่องเที่ยว สถานที่สำคัญทางราชการที่อยู่ในสายทาง โดยทำการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลลงในแบบฟอร์มการสำรวจที่ได้เสนอไว้ ดังแสดงในภาคผนวก ข จากนั้นนำข้อมูลการสำรวจดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ เพื่อนำไปพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญสายทาง ในงานบำรุงรักษาทางต่อไป

ตารางที่ 19 โครงข่ายทางหลวงชนบท สำนักทางหลวงชนบทที่10 จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับ ที่	รหัสสาย ทาง	ชื่อสายทาง	อำเภอ	ระยะทาง (กม.)
1	ชม.2025	แยกทางหลวงหมายเลข 11 - ถนนรัตนโกสินทร์	เมือง	1.250
2	ชม.3001	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 117+800) – บ้านดั้นล้าน	ไชยปราการ-ฝาง	25.800
3	ชม.3002	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแม่จา	เชียงดาว	7.812
4	ชม.3003	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 57+100) - บ้านหนองล่อง	จอมทอง	8.450
5	ชม.3004	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 138+500) - บ้านหนองยาว	ฝาง	24.120
6	ชม.3005	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 27+000) - บ้านห้วยแก้ว	ดอยสะเก็ด,สันกำแพง	10.250
7	ชม.3006	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 30+500) - บ้านเปียง	สันป่าตอง	6.000
8	ชม.3007	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 12+000) - บ้านวังสิงห์คำ	หางดง	5.570
9	ชม.3009	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 18+700) - บ้านไร่	แม่ริม - แม่แตง	23.500
10	ชม.3010	แยกทางหลวงหมายเลข 1103 - บ้านแพะดินแดง	-	6.700
11	ชม.3011	แยกทางหลวงหมายเลข (กม.ที่ 27+800) - บ้านหนองไหว	แม่ริม	3.600
12	ชม.3012	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 9+000) - บ้านป่าเหมือด	สันทราย	11.179
13	ชม.3013	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 8+200) - บ้านร้องขุ่น	ดอยสะเก็ด - สันกำแพง	9.115
14	ชม.3018	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 35+200) - บ้านกัวแลป่าเป้า	ดอยหล่อ - แม่วาง	12.900

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัสสาย ทาง	ชื่อสายทาง	อำเภอ	ระยะทาง (กม.)
15	ชม.3020	ถนนสมโภชเชียงใหม่ 700 ปี	แม่ริม - เมือง - สันทราย - สันกำแพง - สารภี	26.108
16	ชม.3026	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 17+000) - บ้านน้ำแพร่	หางดง	2.079
17	ชม.3028	ถนนราชพฤกษ์	เมือง	3.000
18	ชม.4008	แยกทางหลวงหมายเลข 1103 (กม.ที่ 65+500) - บ้านห้วยสะแพท	จอมทอง	11.850
19	ชม.4010	แยกทางหลวงหมายเลข 1103 (กม.ที่ 57+200) - บ้านพะเนินดินแดง	ฮอด	6.700
20	ชม.4015	แยกทางหลวงหมายเลข 1270 (กม.ที่ 53+000) - บ้านทุ่งหญ้า	แม่แจ่ม	31.138
21	ชม.4016	แยกทางหลวงหมายเลข 1013 (กม.ที่ 28+300) - บ้านห้วยตอง	แม่วาง	18.025
22	ชม.4017	แยกทางหลวงหมายเลข 1096 (กม.ที่ 4+400) - บ้านแม่ปะ	แม่ริม - สะเมิง	23.778
23	ชม.4022	แยกทางหลวงหมายเลข 1103 (กม.ที่ 23+500) - บ้านกองวะ	ดอยเต่า	17.200
24	ชม.4027	แยกทางหลวงหมายเลข 1001 (กม.ที่ 81+500) - บ้านแม่ป๋อง	พร้าว	4.411
25	ชม.5019	อำเภอสะเมิง - วัดจันทร์	สะเมิง - แม่แจ่ม	91.500
26	ชม.6014	บ้านสันกำแพง - บ้านป่าไผ่	สันกำแพง - ดอยสะเก็ด	9.500
27	ชม.6021	แยกทางหลวงชนบท ชม.5032 (กม.ที่ 5+500) - บ้านน้ำริน	สะเมิง	46.800

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัสสาย ทาง	ชื่อสายทาง	อำเภอ	ระยะทาง (กม.)
28	ชม.6023	บ้านสันทรายคองน้อย - บ้านแม่สลัก	ฝาง - แม่อาฮ	34.500
29	ชม.6024	อำเภอเชียงดาว - บ้านเมืองคอง	เชียงดาว	33.000

ที่มา: สำนักทางหลวงชนบทที่10 จังหวัดเชียงใหม่

การพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญสายทาง ในงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท

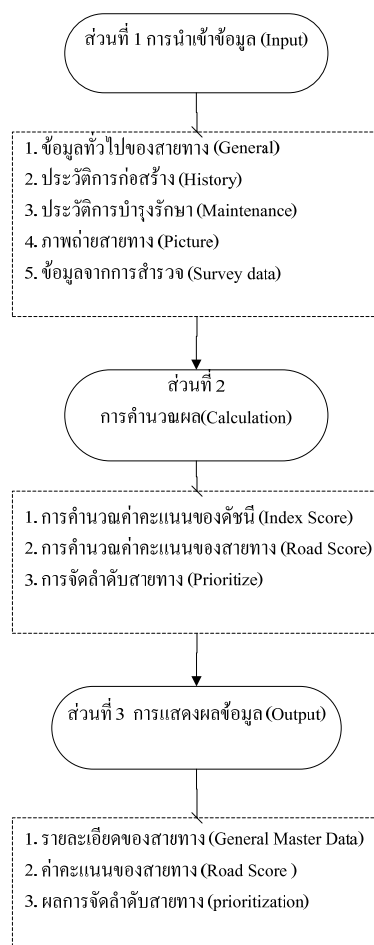
ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรม สำหรับช่วยในการจัดลำดับความสำคัญสายทาง ในงานบำรุงรักษาทาง เพื่อใช้ในหน่วยงานต่างๆ ที่ได้รับงบประมาณในการซ่อมบำรุงรักษาทาง โดยโปรแกรมจะช่วยในการพิจารณาความสำคัญของสายทางกับความต้องการในการซ่อมบำรุง โดยพิจารณาจากค่าคะแนนของดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ว่าอยู่ในระดับความสำคัญมากหรือน้อย ตามระดับคะแนนที่กำหนดไว้ (Ranking) ซึ่งในส่วนนี้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาสามารถเลือกใช้ดัชนีในการประเมินสายทางให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานหรือหน่วยงานได้ โดยมีดัชนีข้อพิจารณาให้เลือกทั้งหมด 11 ข้อพิจารณา ดังกล่าวในบทที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ จะถูกบันทึกไว้ในระบบฐานข้อมูล (Database) เพื่อให้สามารถเรียกใช้และแก้ไขข้อมูลได้ตามต้องการโดยไม่ต้องทำการบันทึกข้อมูลใหม่ นอกจากนี้ผู้ทำการประเมินสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาพิจารณาพร้อมกับน้ำหนักในแต่ละข้อพิจารณา เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปค่าคะแนนความสำคัญของแต่ละสายทาง โดยการแสดงผลจะแสดงผลเรียงตามระดับคะแนนจากมากไปหาน้อย ซึ่งการแสดงผลการจัดลำดับสายทางของโปรแกรม สามารถใช้พิจารณาคัดเลือกซ่อมบำรุงสายทาง ในท้องถิ่นต่างๆ ได้

การพัฒนาโปรแกรมเริ่มจากผลการศึกษาความต้องการของโปรแกรม ซึ่งจากการศึกษาจำเป็นต้องใช้การทำงานที่มีการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลเพราะต้องใช้ข้อมูลจากการนำเข้าของผู้ใช้ค่อนข้างมาก และข้อมูลส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กัน อีกทั้งการใช้งานและแสดงผลผ่านหน้าต่างการใช้งาน (Window Application) ที่เข้าใจง่ายทำให้การใช้งานไม่ซับซ้อน ในที่นี้จึงได้เลือกโปรแกรมที่นำมาใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูล คือ โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2005 โดยใช้ Microsoft SQL sever 2005 ในการเขียน Source Code และ Windows Application

1. ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรม เริ่มจากการนำเข้าข้อมูลทั่วไปของสายทาง ได้แก่ ข้อมูลจากการสำรวจสายทาง ภาพถ่ายสายทาง ประวัติการก่อสร้างและประวัติการบำรุงรักษา จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณหาระดับความสำคัญของดัชนีจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หลังจากได้ค่าระดับความสำคัญของดัชนีที่ใช้ในการพิจารณาแล้ว โปรแกรมจะให้เลือกรูปแบบในการ

ประมวลผลค่าคะแนนของสายทาง ซึ่งมีให้เลือก 2 วิธีคือ ประมวลผลโดยใช้ค่าคงที่ของระบบ หรือ ประมวลผลโดยใช้ค่าที่กำหนดโดยผู้ทำการประเมิน จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณผลและแสดงผลการจัดลำดับสายทางตามวิธีการที่เลือกใช้ ขึ้นตอนโดยรวมของการทำงานต่างๆ สามารถแสดงได้ดังแผนภาพที่ 8

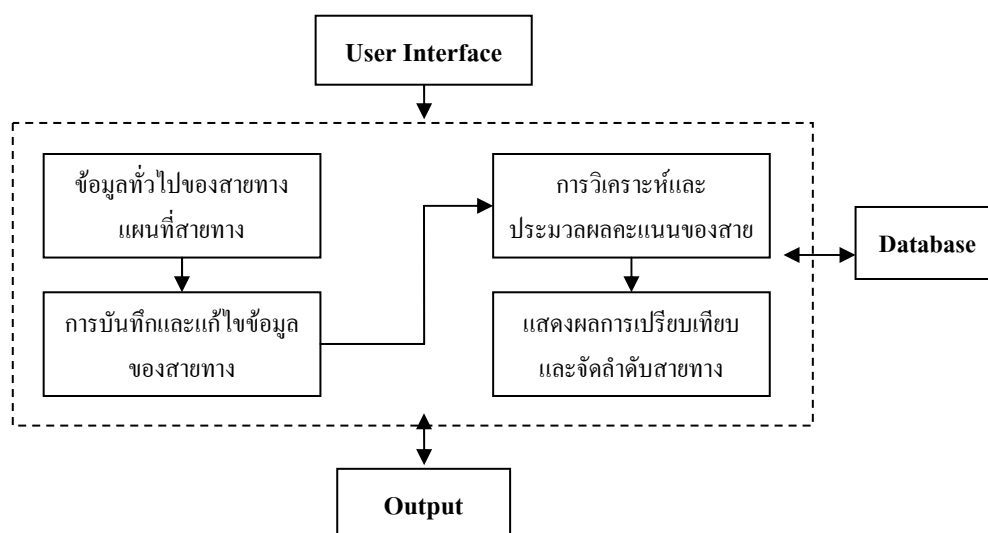


ภาพที่ 8 แผนผังแสดงรายละเอียดภาพรวมการทำงานของโปรแกรม

2. การพัฒนาโครงสร้างของโปรแกรม

โปรแกรมนี้นี้จะประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ๆ คือ การนำเข้าข้อมูล (Input Data) การวิเคราะห์และประมวลผล (Analysis Process) และการแสดงผล (Output Process) โดยลักษณะการทำงานจะมีการเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลของโปรแกรม (Database) โดยเมื่อผู้ใช้ (User)

นำเข้าข้อมูลที่เป็นสำหรับการจัดลำดับสายทางผ่านหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรม (Windows Form) ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะถูกส่งไปเก็บไว้ในหน่วยเก็บข้อมูลชั่วคราว และจากนั้นข้อมูลจะถูกส่งไปเก็บยังฐานข้อมูล ซึ่งมีตารางเก็บข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และผ่านการจัดระเบียบข้อมูลฐานข้อมูลแล้ว โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านตัวเชื่อมต่อที่ได้ถูกสร้างขึ้น จากนั้นเมื่อเข้าสู่ส่วนที่สองคือการวิเคราะห์และประมวลผลกระบวนการนี้จะทำการดึงข้อมูลในฐานข้อมูลที่เป็นในการใช้งานออกมาเก็บไว้ในตัวแปรเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณค่าคะแนนของดัชนีข้อพิจารณา ซึ่งข้อมูลที่ถูกดึงมานี้จะดึงข้อมูลในส่วนของการพิจารณาที่ผู้ใช้เลือกใช้ในการวิเคราะห์เท่านั้น จากนั้นจะนำข้อมูลเข้าส่วนของการคำนวณจะแบ่งออกเป็นโมดูล (Module) หลักๆ ตามลำดับการคำนวณค่าที่เป็น ซึ่งในแต่ละโมดูลจะถูกนำมาใช้งานตามลำดับขั้นตอนตั้งแต่ การจัดเตรียมข้อมูล การคำนวณค่าคะแนน และการส่งค่าตัวแปรไปแสดงผลในรูปแบบตารางที่มีลักษณะเป็น Work Sheet Report ซึ่งเป็นหน้าต่างโปรแกรมที่ง่ายต่อการเข้าใจและผู้ใช้มีความคุ้นเคย ส่วนที่สามเป็นส่วนของการแสดงผลข้อมูลจากการวิเคราะห์ โดยจะมีการแสดงผลสองส่วนคือ การแสดงผลข้อมูลบนหน้าต่างการใช้งาน กับการพิมพ์ออกมาในรูปแบบของรายงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้ (User) หรือผู้ประเมินจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง สามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบรายงานในการของบประมาณในการซ่อมบำรุงทางได้



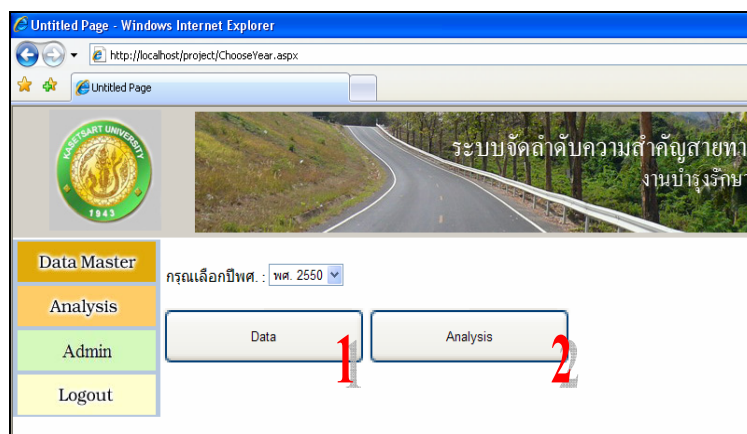
ภาพที่ 9 แสดงโครงสร้างของโปรแกรม

3. รายละเอียดการทำงานของโปรแกรม

ดังที่กล่าวถึงในข้างต้น โครงสร้างของโปรแกรมมีส่วนประกอบหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนการนำเข้าข้อมูล ส่วนของการคำนวณ และส่วนของการแสดงผลข้อมูล ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดการทำงานของส่วนต่างๆ อธิบายไว้ดังนี้

3.1 การนำเข้าข้อมูล (Input Process) เป็นการนำเข้าข้อมูลของสายทางที่จำเป็นต้องใช้ในการประเมินผลคะแนนของสายทาง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ฐานข้อมูลทั่วไปของสายทาง (General Master Data) และข้อมูลของสายทางที่ได้จากการสำรวจ (Survey Data)

ก. ส่วนย่อยที่ 1 ฐานข้อมูลของสายทาง คือ ข้อมูลเบื้องต้นของสายทางที่เป็นตัวบ่งบอกลักษณะทางกายภาพของสายทาง ซึ่งจะนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของการรายงานผลของโปรแกรม ลักษณะข้อมูลในส่วนย่อยนี้จะอยู่ในรูปของข้อมูล ตัวอักษร (Text) ตัวเลข (Number) และ รูปภาพ (Picture) เมื่อทำการนำเข้าข้อมูล (Input data) ในส่วนนี้แล้วข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรมทำให้สามารถเพิ่มข้อมูลและแก้ไขข้อมูลได้ตลอดเวลา เมื่อฐานข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงก่อนนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ไปใช้ ส่วนย่อยนี้มีหน้าต่างการทำงานดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลของโปรแกรม

การค้นข้อมูล

- โดยการกดปุ่มลูกศรเพื่อเลือก ปี พ.ศ. ที่ต้องการแล้วกดปุ่ม [Data] ระบบจะแสดงข้อมูลในปีที่เราต้องการ สามารถเพิ่มและแก้ไขข้อมูลได้ ดังแสดงในภาพที่ 10

การวิเคราะห์

- โดยกดปุ่ม [Analysis] ใช้ในกรณีที่ข้อมูลของสายทางอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว จากนั้น จะเข้าสู่หน้าโปรแกรมการวิเคราะห์และประมวลผลต่อไป

1) ข้อมูลทั่วไปของสายทาง คือรายละเอียดทั่วไปของสายทาง ประกอบด้วย ชื่อสายทาง รหัสสายทาง ความยาวสายทาง ชนิดของผิวทาง ตำแหน่งที่ตั้ง วันที่ทำการสำรวจ ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ เพื่อให้ตรงกับฐานข้อมูลปัจจุบัน การบันทึกข้อมูล โดยการกดปุ่ม [Save] หน้าต่างการนำเข้าข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 11

Logout

รหัสสายทาง : เลข 3001

อำเภอ : อำเภอประจักษ์ศิลปาคม

ระยะทาง : 25.800 กม.

ประเภทผิวจราจร : AC

ประเภทไหล่ทาง :

ค่า IRI เฉลี่ย : 5.49 /กม.

ค่าการแอ่นตัวเฉลี่ย : 2.059

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ :

ทางหลวงชนบทจังหวัด : เชียงใหม่

วันที่สำรวจ :

ชื่อสายทาง : แยกทางหลวงหมายเลข 107 - บ้านต้นสัก

จังหวัด : เชียงใหม่

ปริมาณการจราจร : 1127.5 PCU/วัน

กว้าง : 5.50 เมตร

กว้างข้างละ : 0 เมตร

ค่า RCI เฉลี่ย : 2

Save Back

ภาพที่ 11 แสดงหน้าต่างข้อมูลทั่วไปของสายทาง

2) ประวัติสายทาง คือ รายละเอียดในการก่อสร้างทาง การนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ได้แก่ ข้อมูลปีที่ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ ชนิดของผิวทางที่ทำการก่อสร้าง ความกว้างช่องจราจรที่ออกแบบ ช่วงกิโลเมตรที่ทำการก่อสร้าง ความยาวสายทาง งบประมาณที่ใช้ในการก่อสร้าง ข้อมูลในส่วนนี้จะเก็บเป็นฐานข้อมูลของสายทางเพื่อเป็นข้อมูลประกอบรายงานการพิจารณา การเพิ่มข้อมูลโดยการกดปุ่ม [Add] แก้ไขข้อมูลโดยกดปุ่มคำสั่ง [Edit] และลบข้อมูลในส่วนนั้นโดยกดปุ่ม [Delete] ซึ่งมีหน้าต่างการทำงานดังแสดงในแผนภาพที่ 12

ภาพที่ 12 แสดงหน้าต่างประวัติสายทาง

3) ประวัติการบำรุงรักษาทาง คือ การบันทึกข้อมูลการซ่อมบำรุงทางตั้งแต่สายทางทำการก่อสร้างแล้วเสร็จ ว่ามีการซ่อมบำรุงกี่ครั้งโดยวิธีการใด และใช้งบประมาณเท่าไรในการซ่อมบำรุงแต่ละครั้ง การนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ได้แก่ ช่วงกิโลเมตรที่ทำการซ่อมบำรุง วิธีการซ่อมบำรุง งบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุง และปี พ.ศ. ที่ทำการซ่อมบำรุงทาง เก็บเป็นฐานข้อมูลของสายทางเพื่อเป็นข้อมูลประกอบรายงานการพิจารณา ซึ่งมีหน้าต่างการทำงานดังแสดงในภาพที่ 13

Untitled Page - Windows Internet Explorer

http://localhost/project/Maintenance.aspx

ระบบจัดลำดับความสำคัญสายทาง
งานบำรุงรักษา

Data Master

Analysis

Admin

Logout

ข้อมูลสายทาง : ชม.3001 แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแมจ อำเภอ : เชียงดาว จังหวัด : เชียงใหม่

ประวัติการบำรุงรักษาทาง

รหัสสายทาง ชม.3001 ชื่อสายทาง แยกทางหลวงหมายเลข 107

ระยะทาง 0 กม. วันที่บันทึกข้อมูล 0

ปีงบประมาณ	กม. ที่	ถึง กม. ที่	รายการ	งบประมาณ(บาท)	หมายเหตุ	Modify	Delete

Back

ภาพที่ 13 แสดงหน้าต่างประวัติการบำรุงรักษาทาง

4) ภาพถ่ายสายทาง เป็นการเก็บบันทึกภาพถ่ายลักษณะทั่วไปของสายทาง และภาพถ่ายความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวทาง ทำเป็นฐานข้อมูลของสายทางเพื่อช่วยให้การแสดงผลเห็นภาพชัดเจน และใช้อ้างอิงเป็นข้อมูลประกอบรายงานให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งมีหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 14

Untitled Page - Windows Internet Explorer

http://localhost/project/Picture.aspx

ระบบจัดลำดับความสำคัญสายทาง
งานบำรุงรักษา

Data Master

Analysis

Admin

Logout

ข้อมูลสายทาง : ชม.3001 แยกทางหลวงหมายเลข 107 - บ้านต้นล้าน อำเภอ : ไชยปราการ - ฝาง

ภาพถ่าย

ภาพถ่ายสายทาง

ชื่อ	ตำแหน่ง	รูป	Modify	Delete
ชม. 3001 บ้านหนองขวาง	กม.ที่ 0+250		Edit	Delete

ภาพถ่ายลักษณะความเสียหาย

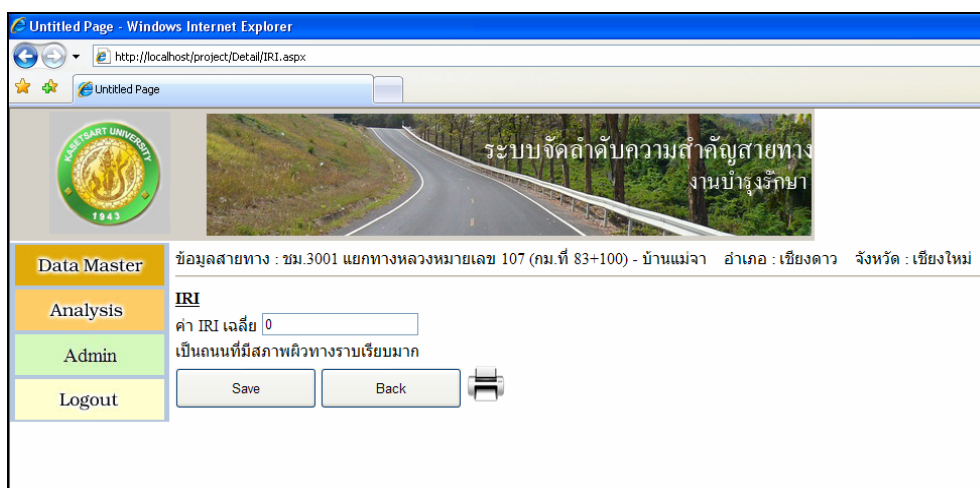
ชื่อ	ตำแหน่ง	รูป	Modify	Delete

Back

Upload Picture

ภาพที่ 14 แสดงการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายสายทาง

2) ความเรียบของผิวทาง เป็นข้อมูลที่ได้โดยใช้เครื่องมือสำรวจวัดแล้ว ค่าที่ได้แสดงถึงระดับความขรุขระของผิวทาง (IRI) ที่มีผลทำให้ยานพาหนะมีการสั่นสะเทือนและส่งผลกระทบต่อสภาพบริการของสายทาง ข้อมูลส่วนนี้จะป็นค่าเฉลี่ยความเรียบของผิวทางมีการนำเข้าข้อมูลเป็นข้อมูลตัวเลข สามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ มีหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 16 แสดงหน้าต่างข้อมูลค่าความเรียบของผิวทาง

3) ความแข็งแรงของชั้นโครงสร้าง (Structural Condition) เป็นข้อมูลที่ได้โดยใช้เครื่องมือสำรวจวัด ค่าที่ได้แสดงถึงความสามารถของถนนในการรับน้ำหนักบรรทุก ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลตัวเลข ข้อมูลจะถูกเก็บในฐานข้อมูลหลักของสายทาง (Data Master) สามารถแก้ไขข้อมูลได้ มีหน้าต่างการนำเข้าข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 17

ภาพที่ 17 แสดงหน้าต่างข้อมูลความแข็งแรงของโครงสร้างทาง

4) คุณภาพการขับขี่ (Present Serviceability) เป็นค่าที่ได้จากการประเมินความสะดวกสบายในการขับขี่โดยผู้ใช้ทาง หรือได้จากเครื่องมือในการตรวจวัดให้คะแนน โดยคะแนนที่ได้เรียกว่าค่าดัชนีสภาพบริการของทาง (PSI) ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลตัวเลข มีหน้าต่างการนำเข้าข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 18

ภาพที่ 18 แสดงการนำเข้าข้อมูลคุณภาพในการขับขึ้นสายทาง

5) การตรวจวัดความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance) เป็นค่าที่ได้จากการสำรวจวัดโดยเครื่องมือ Lock-Wheel Skid Trailer ตาม ASTM-E274 บอกถึงประสิทธิภาพในการต้านทานแรงเสียดทานของผิวถนนมีผลกระทบในด้านความปลอดภัยของผู้ใช้ทาง ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลตัวเลข ที่ได้ทำการปรับค่าแล้วมีหน้าต่งการนำเข้าข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 19

ภาพที่ 19 แสดงหน้าต่งการนำเข้าข้อมูลความฝืดของผิวทาง

6) ข้อมูลด้านสถานที่ เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนับจำนวนแหล่งชุมชนและสถานที่สำคัญในสายทาง ได้แก่ วัด โรงเรียน หมู่บ้าน แหล่งท่องเที่ยว สถานที่สำคัญทางราชการที่ตั้งอยู่ในเขตการบริการของสายทาง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการหาค่าคะแนนดัชนีทางด้านสังคมที่ใช้ในโปรแกรม ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลตัวอักษร ตัวเลข และรูปภาพ ได้แก่ ข้อมูลชื่อสถานที่ ตำแหน่งที่ตั้ง ภาพถ่ายสถานที่ ในหน้าต่งการทำงานนี้มีปุ่มคำสั่งสำหรับเพิ่มข้อมูล แก้ไขข้อมูล และนำเข้าไฟล์รูปภาพเพื่อใช้ประกอบการแสดงผลของโปรแกรม มีหน้าต่งการนำเข้าและแสดงข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 20

Untitled Page - Windows Internet Explorer
 http://localhost/project/Detail/SACR.aspx

POWERED BY Google 5 ไมล์ 5 กม.

ข้อมูลสายทาง : ชม.3001 แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแม่จาง อำเภอ : เชียงดาว จังหวัด : เชียงใหม่ ปีพศ. : 2550

SACR

Lat :
 Long :

งบประมาณ แก้ไขราคาทั้งหมด แก้ไข

หมู่บ้าน

ชื่อ	ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด	รูป	Modify	Delete
					Add	

โรงเรียน

ชื่อ	ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด	รูป	Modify	Delete
					Add	

วัด

ชื่อ	ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด	รูป	Modify	Delete
					Add	

Back Upload Picture

ภาพที่ 20 แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลสถานที่บนสายทาง

7) ปริมาณจราจร เป็นข้อมูลที่ใช้การสำรวจนับปริมาณยานพาหนะที่ใช้เส้นทางโดยทำการสำรวจนับแยกประเภทของยานพาหนะตามข้อกำหนดในแบบสำรวจดังแสดงในภาคผนวก ข. ข้อมูลนำเข้าเป็นข้อมูลตัวเลขมีปุ่มคำสั่งสำหรับใช้แก้ไขค่าคงที่ของระบบที่ใช้แปลงหน่วยปริมาณจราจร (PCU) เพื่อให้ตรงกับมาตรฐานที่ใช้ในการนับหน่วยปริมาณจราจรของหน่วยงานที่ใช้ และสามารถหาผลรวมปริมาณยานพาหนะ โดยใช้ปุ่มคำสั่ง [คำนวณ] ซึ่งการนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาหาค่าคะแนนของสายทาง มีหน้าต่างการนำเข้าข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 21

Untitled Page - Windows Explorer | PCU.aspx

Unlabeled Page




ระบบจัดลำดับความสำคัญสายทาง งานบำรุงรักษา

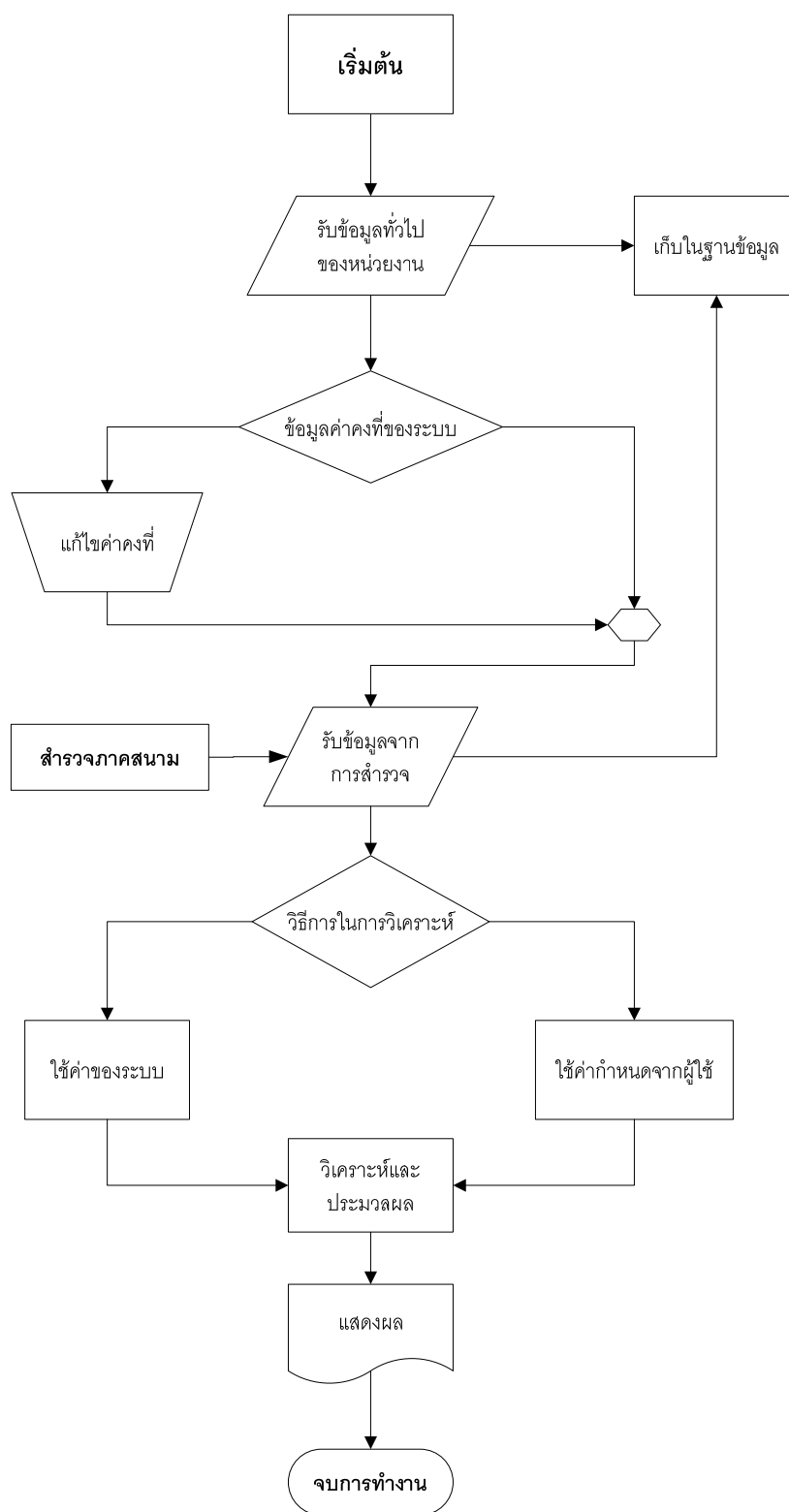
Data Master	ข้อมูลสายทาง : ขน.3001 แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแม่จาง อำเภอ : เชียงดาว จังหวัด : เชียงใหม่ ปีพ.ศ. : 2550
Analysis	PCU
Admin	เลือกนำหน้า PCU : Default ▼
Logout	รวมเฉลี่ยทั้งหมด(MC)
	รถยนต์นั่ง(SV)
	รถยนต์นั่งพ่วง(SVT)
	รถโดยสารขนาดกลาง(TB2)
	รถโดยสารขนาดใหญ่(TB3)
	รถบรรทุก 10 ล้อ (T4)
	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART3)
	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART4)
	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART5)
	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART6)
	รถบรรทุก10ล้อพ่วง(BD)
	รถบรรทุก10ล้อพ่วง(DRT)
	รวม 0 PCU 0 ค่ารวม
	Save Back Print

ภาพที่ 21 แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลปริมาณการจราจรบนสายทาง

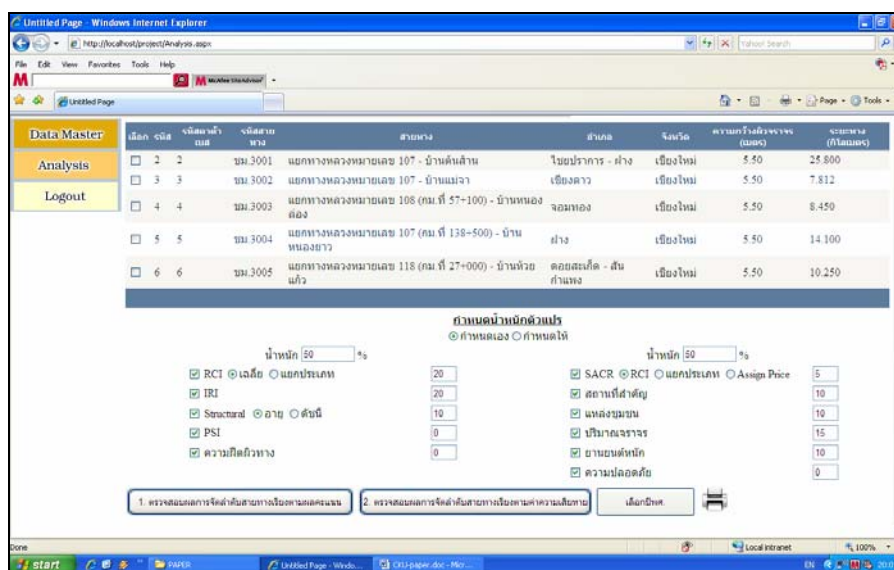
8) จำนวนอุบัติเหตุ เป็นการนำเข้าข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบนสายทาง โดยเป็นการนำเข้าข้อมูลแบบตัวเลข ข้อมูลจะถูกเก็บในฐานข้อมูลหลักของสายทาง (Data Master) ใช้เป็นฐานข้อมูลหนึ่งในการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง ดังแสดงในภาพที่ 22

ภาพที่ 22 แสดงหน้าต่างการนำเข้าข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุบนสายทาง

3.2 การวิเคราะห์และประมวลผล (System Analysis) หลังจากนำเข้าข้อมูลของสายทาง (Master data) ในขั้นตอนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าคะแนนของสายทางนั้น ขั้นตอนแรกต้องทำการเลือกชุดฐานข้อมูลให้ตรงกับปีที่ต้องการทำการวิเคราะห์ จากนั้นทำการเลือกสายทางที่ต้องการเปรียบเทียบจัดลำดับความสำคัญ แล้วเลือกวิธีการที่ต้องการใช้ประเมินซึ่งในโปรแกรมมีให้เลือกใช้ 2 โมดูลคือ ใช้แบบฟอร์มจากโปรแกรม (Standard Form) คือ ดัชนีและค่าน้ำหนักของดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญจะใช้ชุดข้อมูลที่กำหนดให้จากโปรแกรมไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าได้ ส่วนอีกโมดูลหนึ่งคือกำหนดเลือกดัชนีและกำหนดค่าน้ำหนักของดัชนีเองโดยผู้ใช้ (Edit by User) ในโมดูลนี้ผู้ใช้สามารถเลือกดัชนีที่จะใช้ในการเปรียบเทียบค่าคะแนน และกำหนดค่าน้ำหนักของดัชนีที่ใช้พิจารณาได้เองตามต้องการ แต่ค่าน้ำหนักรวมของดัชนีที่เลือกใช้ทั้งหมดต้องเท่ากับ 100 และใช้ข้อกำหนดเดียวกันในการเปรียบเทียบเพื่อให้การประมวลผลจากโปรแกรม ใช้ฐานการวิเคราะห์และเปรียบเทียบเดียวกัน ซึ่งการทำงานในส่วนนี้มีขั้นตอน การทำงานดังแสดงในแผนภาพที่ 23 และมีหน้าตาการทำงาน การแสดงผลดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 23 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการวิเคราะห์และแสดงผล



ภาพที่ 24 แสดงหน้าต่างการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์ผล

3.3 การแสดงผลข้อมูล (Output Data) สำหรับการแสดงผลโปรแกรมจะทำการสรุปรายละเอียดต่างๆ ของสายทางและผลการเปรียบเทียบจัดลำดับสายทางในงานบำรุงรักษาทางให้อยู่ในรูปแบบฟอร์ม โดยในแบบฟอร์มการรายงานผลจะแสดงผลคะแนนของดัชนีที่ใช้ในการเปรียบเทียบแต่ละตัวและผลที่ได้จากการจัดเรียงค่าคะแนนของดัชนี รวมถึงรายละเอียดเบื้องต้นของสายทางได้แก่ ชื่อสายทาง ประวัติสายทาง ปริมาณจราจร สถานที่สำคัญต่างๆ ในสายทาง เพื่อนำไปใช้เป็นรายงานประกอบการของงบประมาณในการซ่อมบำรุงทางได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยผู้ใช้สามารถสั่งพิมพ์รายงานได้จากปุ่ม Report ดังแสดงในภาพที่ 25

กำหนดน้ำหนักตัวแปร

☐ กำหนดเอง ☐ กำหนดอัตโนมัติ

น้ำหนัก 50 %

☒ RCI ☐ RCI Agent ☒ เละผิว ☐ แยกประเภท

☒ IRI

☒ Structural ☒ อายุ ☐ ดัชนี

☐ PSI

☐ ความปลอดภัยทาง

20

20

10

0

0

น้ำหนัก 50 %

☒ SACR ☒ RCI ☐ แยกประเภท ☐ Assign Price

☒ สถานที่สำคัญ

☒ แหล่งชุมชน

☒ ปริมาณจราจร

☒ ยานยนต์หนัก

☐ ความปลอดภัย

5

10

10

15

10

0

1. ตรวจสอบผลการจัดอันดับสายทางเรียงตามคะแนน

2. ตรวจสอบผลการจัดอันดับสายทางเรียงตามความเสียหาย

เลือกพิมพ์



ผลการจัดอันดับสายทางเรียงตามคะแนน

จัดอันดับทาง	RCI	ISI	Structural	PSI	Resistance	SACR	Place	Community	PCI	Quantity	Heavy	Accident	Result	ค่าปรับ/เงิน
รพ. 3001	20.000	16.000	8.710	0.000	0.000	0.530	3.333	7.000	9.999	4.000	0.000	69.572	2,569,500.00	Report
รพ. 3002	4.000	16.000	8.519	0.000	0.000	1.329	0.000	5.000	9.999	4.000	0.000	48.847	233,000.00	Report
รพ. 3003	4.000	12.000	8.636	0.000	0.000	5.000	0.000	5.000	9.999	4.000	0.000	48.635	136,250.00	Report
รพ. 3004	12.000	8.000	9.000	0.000	0.000	0.550	0.000	5.000	7.000	4.000	0.000	45.550	1,857,000.00	Report
รพ. 3005	8.000	4.000	8.000	0.000	0.000	3.145	0.000	5.000	7.000	4.000	0.000	39.145	256,000.00	Report

ภาพที่ 25 แสดงหน้าต่างการแสดงผลของโปรแกรม

การทดสอบการใช้งานโปรแกรมกับพื้นที่ศึกษา (โครงข่ายทางหลวงชนบทจังหวัดเชียงใหม่)

จากการพัฒนาโปรแกรมตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้มีการนำไปทดสอบใช้กับสายทางหลวงชนบทที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 5 สายทาง ซึ่งการทดสอบการทำงานของโปรแกรมในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการสำรวจสายทางที่กรมทางหลวงชนบทจังหวัดเชียงใหม่ได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลไว้ซึ่งเป็นฐานข้อมูลการสำรวจปี พ.ศ. 2551 และใช้รูปแบบการวิเคราะห์ที่กำหนดให้จากโปรแกรม ซึ่งผลจากการประเมินเป็นดังแสดงดังตารางที่ 20 โดยมีรายละเอียดผลคะแนนดัชนีของแต่ละสายทาง ดังแสดงในตารางที่ 21 ทั้งนี้ใช้สมมุติฐานในการประเมินดังนี้

1. ข้อมูลของสายทางและความเสียหายของสายทางที่ทำการสำรวจเก็บข้อมูลใน ปี พ.ศ. 2551 เพื่อใช้ในการของบประมาณในการซ่อมบำรุงทาง ปี พ.ศ. 2552 เป็นฐานข้อมูล
2. ค่า RCI เฉลี่ยในช่วงทางที่มีความเสียหายเป็นตัวแทนค่า RCI ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และจัดลำดับสายทาง และกำหนดความยาวของช่วงทางที่ 1000 ม.
3. ราคาที่ใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทาง ใช้ราคาเฉลี่ยต่อตารางเมตรของพื้นที่ซ่อมบำรุง
4. การประเมินค่าความแข็งแรงโครงสร้างของสายทาง ใช้อายุการใช้งานของทางและอายุทางที่ออกแบบไว้ใน การหาค่าคะแนน
5. งบประมาณในการซ่อมบำรุงทาง ใช้ค่าเงินจากการคิดราคาการซ่อมบำรุงทางตามพื้นที่ความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง ไม่ได้ใช้งบประมาณที่ได้จากการจัดสรรให้แต่ละหน่วยงาน
6. ไม่นำดัชนีด้านสภาพบริการของสายทางและค่าการสิ้นเปลืองของผิวทาง มาพิจารณาในการวิเคราะห์ เนื่องจากเป็นข้อมูลการสำรวจเดิมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ซึ่งไม่สอดคล้องกับฐานข้อมูลสายทางที่ใช้

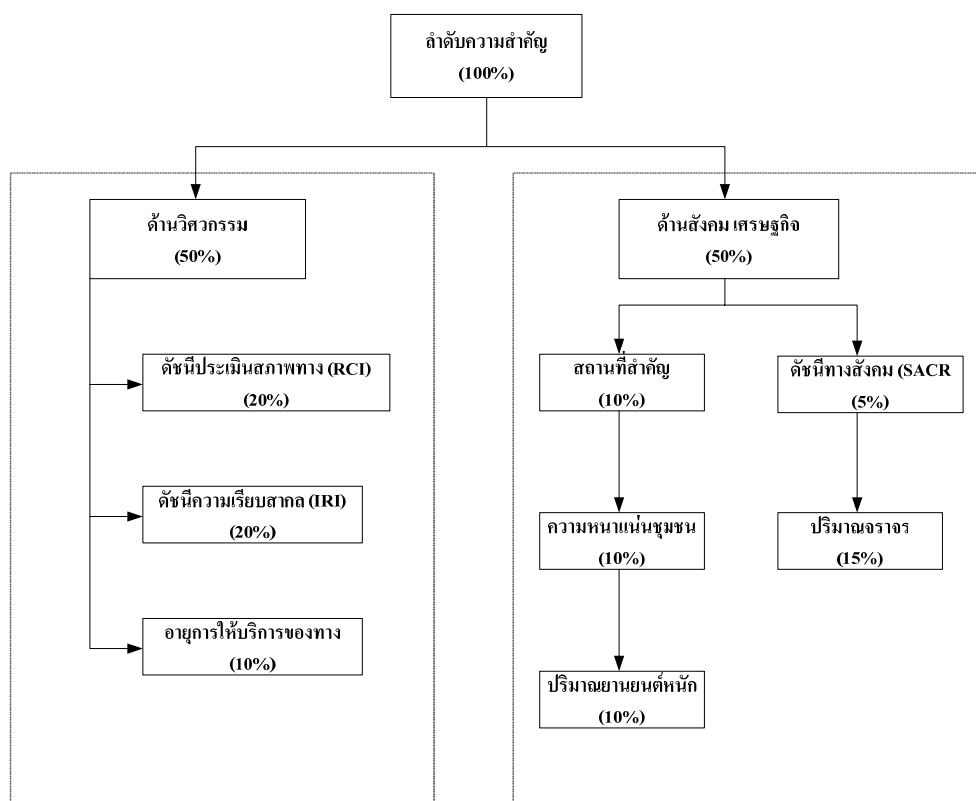
การทดสอบโปรแกรม ใช้ดัชนีและค่าน้ำหนักของดัชนีในการวิเคราะห์จัดลำดับสายทาง
ดังแสดงในแผนภาพที่ 26 และมีหน้าต่างแสดงผลค่าน้ำหนักของดัชนีและตัวอย่างรายงานข้อมูล
ทั่วไปของสายทางจากโปรแกรม ดังแสดงในภาพที่ 27 และภาพที่ 28 ตามลำดับ

ตารางที่ 20 แสดงผลการจัดลำดับความสำคัญของสายทางตัวอย่างจากโปรแกรม

ลำดับ ที่	รหัสสาย ทาง	ชื่อสายทาง	ระยะทาง (กม.)	ผลคะแนน	ราคาซ่อมบำรุง (บาท)
1	ชม. 3001	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 117+800) - บ้านต้นสำน	25.800	58	2,569,500.00
2	ชม. 3002	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแม่จา	7.812	57	233,000.00
3	ชม. 3003	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 57+100) - บ้านหนองล่อง	8.450	53	136,250.00
4	ชม. 3004	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 138+500) - บ้านหนองยาว	14.100	38	1,857,000.00
5	ชม. 3005	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 27+000) - บ้านห้วยแก้ว	10.250	43	256,000.00

ตารางที่ 21 แสดงรายละเอียดผลคะแนนดัชนีของแต่ละสายทาง

สายทาง	RCI	IRI	Age	PSI	Skid	SACR	Place	Com.	Volume	Heavy Car	Result	Cost.(บาท)
ชม.3001	12.000	16.000	8.710	0.000	0.000	0.530	0.000	7.000	10.000	4.000	58.24	2,569,500
ชม.3002	12.000	16.000	8.519	0.000	0.000	1.329	0.000	5.000	10.000	4.000	56.85	136,250
ชม.3003	8.000	12.000	8.636	0.000	0.000	5.000	0.000	5.000	10.000	4.000	52.64	233,000
ชม.3004	4.000	8.000	9.000	0.000	0.000	0.550	0.000	5.000	10.000	4.000	37.55	1,857,000
ชม.3005	8.000	8.000	8.000	0.000	0.000	3.145	0.000	5.000	10.000	4.000	43.15	256,000



ภาพที่ 26 แสดงน้ำหนักของดัชนีที่กำหนดให้จากโปรแกรม (Standard Form)

เลือก	รหัส	รหัสลำดับ	รหัสสายทาง	สายทาง	อำเภอ	จังหวัด	ความกว้างผิวจราจร (เมตร)	ระยะทาง (กิโลเมตร)
☒	2	2	ขม.3001	แยกทางหลวงหมายเลข 107 - บ้านต้นลำ	ไชยปราการ - ฝาง	เชียงใหม่	5.50	25.800
☒	3	3	ขม.3002	แยกทางหลวงหมายเลข 107 - บ้านแม่จา	เชียงดาว	เชียงใหม่	5.50	7.812
☒	4	4	ขม.3003	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 57+100) - บ้านหนองล่อง	จอมทอง	เชียงใหม่	5.50	8.450
☒	5	5	ขม.3004	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 138+500) - บ้านหนองยาว	ฝาง	เชียงใหม่	5.50	14.100
☒	6	6	ขม.3005	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 27+000) - บ้านห้วยแก้ว	ดอยสะเก็ด - สันกำแพง	เชียงใหม่	5.50	10.250

กำหนดน้ำหนักตัวแปร
☐ กำหนดเอง ☒ กำหนดให้

น้ำหนัก 50 %

☒ RCI RCI Agent ☒ เจริญ ☐ แยกรูปภาพ 20

☒ IRI 20

☒ Structural ☒ อายุ ☐ ดัชนี 10

☐ PSI 0

☐ ความผิดปกติทาง 0

น้ำหนัก 50 %

☒ SACR ☒ RCI ☐ แยกรูปภาพ ☐ Assign Price 5

☒ สถานที่สำคัญ 10

☒ แหล่งชุมชน 10

☒ ปริมาณจราจร 15

☒ ยานยนต์หนัก 10

☐ ความปลอดภัย 0

1. ตรวจสอบผลการจัดลำดับสายทางเรียงตามผลกระทบ 2. ตรวจสอบผลการจัดลำดับสายทางเรียงตามค่าความเสียหาย

เลือกบันทึก

ภาพที่ 27 แสดงสายทางและดัชนีที่ใช้ทดสอบโปรแกรม



รายงานข้อมูลทั่วไปของสายทาง

ข้อมูลสายทาง : ชม.3001 แยกทางหลวงหมายเลข 107 - บ้านด้นล้าน อำเภอบางบาล จังหวัด : อยุธยา
 เชียงใหม่ ปีพ.ศ. : 2551

ประวัติการก่อสร้าง

ลำดับ	ผิวทางกว้าง	ชนิด	ไหล่ทางกว้างข้างละ	ชนิด	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ	ค่าก่อสร้าง	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง
1	5.50 ม.	Cape Seal	-	-	2525	-	0+000 - 25+800	25.800
2	5.50 ม.	Asphaltic Concrete	-	-	2548	4,655,000.00	20+500 - 22+400	1.900
3	5.50 ม.	Asphaltic Concrete	-	-	2548	9,000,000.00	0+000 - 6+000	6.000
4	5.50 ม.	Asphaltic Concrete	-	-	2549	7,690,000.00	0+000 - 6+000	5.045

ประวัติการบำรุงรักษา

ลำดับ	ปีงบประมาณ	กม. ที่	ถึง กม. ที่	รายการ	งบประมาณ(บาท)	หมายเหตุ
1	2537	3+400	19+909	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	-	รพช.
2	2538	15+600	17+986	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	-	รพช.
3	2539	7+500	24+725	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	-	รพช.
4	2544	0+000	1+400	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	-	รพช.
5	2547	0+000	25+800	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	469,375.00	พช.
6	2548	19+816 - 21+816	22+700 - 23+500	เสริมผิวลาดยางAC	3,453,816.00	พช.
7	2548	0+000	25+800	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	661,777.00	พช.
8	2549	15+367	20+412	งานซ่อมสร้างผิวลาดยาง	7,690,000.00	พช.
9	2551	6+000	9+000	งานเสริมผิวลาดยาง	3,550,000.00	พช.
10	2551	0+000-6+000	9+000-25+800	ซ่อมบำรุงปกติประจำปี	615,034.00	พช.

ข้อมูลด้านวิศวกรรม

ค่า RCI เฉลี่ย : 5.500218
 ค่า IRI เฉลี่ย : 5.49
 โครงสร้าง : อายบริกร 27 ปี
 อายุทาง : 31 ปี
 ค่าการแอ่นตัว : 2.059

คุณภาพการขั้วขึ้น : 2
 ความผิดของผิวทาง : 30
 ปริมาณจราจร : 1127.5 PCU/วัน
 ปริมาณยานยนต์หนัก : 22 คัน
 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง : 2,569,500.00 บาท

ข้อมูลด้านสังคม

หมู่บ้าน 11 แห่ง			โรงเรียน 7 แห่ง			วัด 8 แห่ง		
ลำดับ	ชื่อหมู่บ้าน	ตำแหน่ง	ลำดับ	ชื่อโรงเรียน	ตำแหน่ง	ลำดับ	ชื่อวัด	ตำแหน่ง
1	บ้านแขวงจัน	0+000 1+000	1	โรงเรียนบ้านถ้ำดั้นเตา	2+000 LT.	1	วัดต้นไชค	5+000 RT.
2	บ้านถ้ำดั้นเตา	1+000 - 3+000	2	โรงเรียนบ้านทิวจำปี	5+000 RT.	2	วัดอรัญญวาสี	16+000 RT.
3	บ้านทิวจำปี	5+000 - 6+000	3	โรงเรียน ดชด. ป่ารงที่ 78	7+000 LT.	3	วัดอุทกาวรี	18+000 LT.
4	บ้านต้นไชค	6+000 - 7+500	4	โรงเรียนบ้านท่า	8+000 RT.	4	วัดศรีบัวเงิน	19+000 RT.
5	บ้านห้วยม้ง	14+000 - 15+000	5	โรงเรียนบ้านห้วยม้ง	15+000 RT.	5	วัดวิริยवास	20+000 LT.
6	บ้านทุ่งยาว	16+000 - 17+000	6	โรงเรียนบ้านดงป่า	18+000 LT.	6	วัดแมงอน	21+000 LT.
7	บ้านดงป่า	17+000 - 18+500	7	โรงเรียนบ้านหนองขวาง	22+100 RT.	7	วัดสุคันธวาริ	23+000 LT.
8	บ้านแมงอนขี้เหล็ก	20+000 - 21+000				8	วัดสุธนาไสย์	24+000 RT.
9	บ้านหนองขวาง	22+000 - 23+000						
10	บ้านห้วยท่อม	23+000 - 24+000						
11	บ้านด้นล้าน	24+000 - 25+800						

สถานที่สำคัญ

สถานที่สำคัญ 1 แห่ง

ลำดับ	ชื่อสถานที่	ตำแหน่ง	ประเภท
1	วัดถ้ำดั้นเตา	2.000	ระดับจังหวัด

ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างรายงานข้อมูลทั่วไปของสายทาง

การเปรียบเทียบแบบจำลองกับระบบบริหารงานบำรุงทางของกรมทางหลวงชนบท

จากการศึกษาดัชนีและน้ำหนักความสำคัญที่ใช้ในการจัดลำดับสายทาง ในงานบำรุงรักษาทางของกรมทางหลวงชนบท (PMMS) พบว่าการกำหนดค่าน้ำหนักและดัชนีในการพิจารณายังไม่ครอบคลุมปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างเพียงพอ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พัฒนาแนวทางการจัดลำดับความสำคัญของสายทาง โดยกำหนดดัชนีและน้ำหนักในการพิจารณาจัดลำดับสายทางให้ครอบคลุมปัจจัยทั้งด้านวิศวกรรม และด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คะแนนรวมของดัชนีทั้งหมด 100 คะแนน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ด้านวิศวกรรม ได้แก่ ดัชนีประเมินสภาพทาง (15 คะแนน) ดัชนีความเรียบสากล (15 คะแนน) อายุการให้บริการของทาง (10 คะแนน) คุณภาพในการขับขี (5 คะแนน) การสิ้นเปลือง (5 คะแนน) และด้านเศรษฐกิจสังคม ได้แก่ อัตราส่วนกิจกรรมทางสังคมต่อเงินทุน (SACR) (10 คะแนน) ปริมาณการจราจรในสายทาง (10 คะแนน) ความหนาแน่นของชุมชน (10 คะแนน) สถานที่สำคัญในสายทาง (5 คะแนน) เปอร์เซ็นต์ยานยนต์หนัก (10 คะแนน) และ ความปลอดภัย (5 คะแนน) โดยได้แสดงผลเปรียบเทียบดัชนีและน้ำหนักความสำคัญของวิธี PMMS กับแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 แสดงดัชนีและค่าน้ำหนักที่ใช้ในการจัดลำดับสายทางทั้ง 2 วิธี

กรมทางหลวงชนบท (PMMS)		แบบจำลองของงานวิจัย	
ดัชนีข้อพิจารณา	น้ำหนัก (100%)	ดัชนีข้อพิจารณา	น้ำหนัก (100%)
ความเสียหายผิวทาง (RCI)	20	ความเสียหายผิวทาง (RCI)	15
ความเรียบของผิวทาง (IRI)	20	ความเรียบของผิวทาง (IRI)	15
อายุทาง	10	อายุทาง, ความแข็งแรงโครงสร้างทาง	10
สถานที่สำคัญ	10	คุณภาพการขับขี (PSI)	5
ปริมาณจราจร	15	การสิ้นเปลือง	5
ปริมาณยานยนต์หนัก	10	อัตราส่วนกิจกรรมทางสังคมต่อเงินทุน	10
แหล่งชุมชน	10	สถานที่สำคัญ	5
หน่วยงานที่เสนอ	5	ปริมาณจราจร	10
		ปริมาณยานยนต์หนัก	10
		แหล่งชุมชน	10
		ความปลอดภัย	5

นอกจากนี้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเลือกดัชนีและกำหนดค่าน้ำหนักของดัชนี เพื่อใช้ในการวิเคราะห์จัดลำดับสายทางในงานบำรุงรักษาทางได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้หน่วยงานต่างๆ สามารถนำไปใช้ได้เหมาะสมต่อไป

การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของดัชนีที่ใช้ในแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น พิจารณากำหนดค่าน้ำหนักจากการวัดผลของดัชนีและวัตถุประสงค์ในการประเมิน ซึ่งจากการศึกษาพบว่า งานบำรุงทางให้ความสำคัญกับ ปริมาณความเสียหายและความขรุขระของผิวทางซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบกับสายทางและผู้ใช้ทางมากที่สุดเป็นปัจจัยหลัก และให้ความสำคัญด้านการกระจายตัวของผลกระทบและการเสื่อมสภาพจากการใช้งานซึ่งวัดจากปริมาณผู้ใช้ทางและอายุทางเป็นปัจจัยรองลงมา และปัจจัยที่แสดงผลด้านความสามารถในการให้บริการของสายทาง เช่น ด้านการท่องเที่ยว ด้านความสะดวกสบาย และความปลอดภัย ให้ความสำคัญเป็นลำดับท้ายสุด เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนความสำคัญของข้อพิจารณา และทำการเฉลี่ยค่าน้ำหนักเข้ากับแบบจำลองก็จะได้อ่าน้ำหนักของดัชนีแต่ละตัว โดยผลการจัดลำดับของวิธีการ PMMS และแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นกับสายทางตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 23 และรายละเอียดผลคะแนนของดัชนีดังแสดงในตารางที่ 24

ตารางที่ 23 แสดงผลการจัดลำดับสายทางโดยวิธี PMMS กับ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

รหัส สายทาง	ชื่อสายทาง	ลำดับสายทาง	
		PMMS	Model
ชม. 3001	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 117+800) - บ้านต้นสำน	2	2
ชม. 3002	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 83+100) - บ้านแม่จา	1	1
ชม. 3003	แยกทางหลวงหมายเลข 108 (กม.ที่ 57+100) - บ้านหนองล่อง	3	3
ชม. 3004	แยกทางหลวงหมายเลข 107 (กม.ที่ 138+500) - บ้านหนองยาว	5	4
ชม. 3005	แยกทางหลวงหมายเลข 118 (กม.ที่ 27+000) - บ้านห้วยแก้ว	4	5

ตารางที่ 24 แสดงผลคะแนนของดัชนีระหว่างวิธี PMMS กับ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

สายทาง	วิธี PMMS			แบบจำลอง		
	วิศวกรรม	สังคม	รวม	วิศวกรรม	สังคม	รวม
ชม.3001	28.30	19	47.30	35.21	22.06	57.27
ชม.3002	31.01	19	50.01	35.02	23.20	58.22
ชม.3003	24.37	19	43.37	29.14	24	53.14
ชม.3004	18.28	13.2	31.48	24.75	20	44.75
ชม.3005	19.16	16	35.16	21.50	22.29	43.79

จากการเปรียบเทียบผลการจัดลำดับสายทางของทั้งสองวิธี โดยใช้สายทางตัวอย่างจำนวน 5 สายทางซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการจัดลำดับสายทางโดยวิธี PMMS ให้ความสำคัญกับดัชนีสภาพความเสียหาย ความขรุขระ และปริมาณจราจรเป็นหลัก เนื่องจากให้น้ำหนักความสำคัญกับดัชนีค่อนข้างมาก (15 – 20 คะแนน) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดัชนีที่วัดผลทางด้านวิศวกรรม ทำให้ผลคะแนนรวมของสายทางส่วนใหญ่เป็นคะแนนที่ได้จากการประเมินผลของดัชนีดังกล่าว และทำให้ดัชนีทางด้านเศรษฐกิจและสังคมไม่ส่งผลต่อการจัดลำดับมากนักเนื่องจากน้ำหนักของดัชนีมีค่าน้อย ส่วนแบบจำลองที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ได้เพิ่มดัชนีที่ใช้วัดผลกระทบกับผู้ใช้ทาง คือ ดัชนีสภาพบริการของทาง ความถี่ของผิวทาง เพื่อประเมินความพึงพอใจและความปลอดภัยของผู้ใช้ทางต่อสายทาง นอกจากนี้ได้ทำการปรับค่าน้ำหนักของแบบจำลองให้ครอบคลุมปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม เพื่อให้ผลคะแนนที่ได้ตอบสนองกับปัจจัยดังกล่าวมากขึ้น และเป็นการเกลี่ยน้ำหนักของดัชนีเพื่อไม่ให้เกิดการทับซ้อนในการประเมินผลของดัชนีที่มีการวัดผลในทำนองเดียวกัน หรือมีความสัมพันธ์กัน ในส่วนของตัวแปรที่นำมาใช้พิจารณา เช่น ถ้ามีความเสียหายมากก็มีความขรุขระมาก หรือเมื่อถนนขรุขระมากความสะดวกสบายในการขับขี่ก็จะน้อยลงเช่นเดียวกัน เป็นต้น นอกจากนี้ได้นำเรื่องความปลอดภัยมาใช้เป็นข้อพิจารณาในแบบจำลองนี้ด้วย ส่งผลให้ค่าคะแนนรวมของสายทางที่ทำการประเมินมีการกระจายตัวมากขึ้น และสามารถบ่งชี้ความแตกต่างของผลการจัดลำดับสายทางได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นในกรณีที่ข้อมูลสายทางมีความใกล้เคียงกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาและพัฒนารูปแบบวิธีการจัดลำดับสายทางในงานบำรุงรักษาทาง โดยประยุกต์จากรูปแบบการจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาสายทาง ที่กรมทางหลวงชนบทใช้ อยู่ในปัจจุบัน ร่วมกับเกณฑ์การประเมินและตรวจสอบสภาพสายทางของหน่วยงานอื่นๆ ที่ใช้ อยู่ในประเทศไทย ทำให้ได้แบบจำลองที่ใช้เทคนิควิธีการที่ผสมผสานกันระหว่างความรู้เชิง เศรษฐศาสตร์และความรู้เชิงวิศวกรรม และนำหลักการดังกล่าวไปพัฒนาเป็นโปรแกรม คอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความสะดวกและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำไปใช้งาน

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาสายทาง นั้นพบว่า วิธีการที่เหมาะสมต้องมีความเหมาะสมทั้งด้านเกณฑ์ที่ใช้ในการให้คะแนน เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสภาพผิวทาง วิธีการที่ใช้ในการเก็บข้อมูล และดัชนีที่ใช้ประเมิน สภาพของสายทาง ซึ่งในแบบจำลองได้นำเสนอดัชนีข้อพิจารณาที่ใช้ในการพิจารณาจัดลำดับ ความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางทั้งหมด 11 ข้อพิจารณา ได้แก่ ดัชนีแสดงสภาพ ความเสียหายของผิวทาง (RCI) ดัชนีค่าความเรียบของผิวทาง (IRI) ความแข็งแรงของชั้นโครงสร้าง ทางคุณภาพในการขับขี่ (PSI) ค่าความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance) ดัชนีด้านสังคมในรูปของ อัตราส่วนกิจกรรมทางด้านสังคมต่อเงินลงทุน (Social Activities / Cost Ratio: SACR) สถานที่ สำคัญในสายทาง ความหนาแน่นของแหล่งชุมชน ปริมาณการจราจรในสายทาง ปริมาณยานยนต์ หนักที่สัญจรในสายทาง อัตราการเกิดอุบัติเหตุบนสายทางทั้งนี้การเลือกใช้ข้อพิจารณาได้คำนึงถึง หลักเกณฑ์และวิธีการต่างๆดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่ในงานบำรุงรักษาทางนั้นการจัดลำดับ ความสำคัญของสายทางเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจการจัดสรรงบประมาณแก่สาย ทางเท่านั้น

ส่วนของการพัฒนาโปรแกรม พัฒนาขึ้นเพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำไปใช้ แทนวิธีการประเมินของวิศวกรงานทางเพื่อเป็นทางเลือกในการวางแผนและจัดลำดับความสำคัญ งานบำรุงทางให้มีประสิทธิภาพรวดเร็วขึ้น สามารถชี้แจงเหตุผลได้ และมีการแสดงผลที่ได้จาก การจัดลำดับในรูปแบบรายงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการของบประมาณซ่อมบำรุง ในปีงบประมาณนั้นๆ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้มีรูปแบบการวิเคราะห์ผล 3 รูปแบบคือ

การวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรและค่าน้ำหนักตัวแปรที่กำหนดโดยโปรแกรม การวิเคราะห์โดยการกำหนดตัวแปรและค่าน้ำหนักตัวแปรโดยผู้ใช้ และอีกวิธีการหนึ่งคือ การวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสายทางโดยใช้ค่าดัชนีสภาพความเสียหายของสายทางเพียงดัชนีเดียวในการจัดลำดับสายทาง เพื่อเป็นทางเลือกในการช่วยตัดสินใจในการซ่อมบำรุงสายทางในกรณีที่งบประมาณที่ได้มาไม่เพียงพอต่อการซ่อมบำรุงทุกช่วงความเสียหายของสายทาง ทั้งนี้โปรแกรมสามารถทำการวิเคราะห์ทุกรูปแบบของการวิเคราะห์ได้พร้อมกัน โดยไม่จำเป็นต้องเลือกวิธีการใดเพียงวิธีการเดียว

จากการวิจัยพบว่าโปรแกรม สามารถนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางได้ โดยเป็นระบบที่มีการจัดเก็บข้อมูลทั่วไปของสายทาง ได้แก่ ประวัติการก่อสร้างและบำรุงรักษา ปริมาณจราจร ภาพถ่ายสายทาง สถานที่สำคัญและแหล่งชุมชนเพื่อเป็นฐานข้อมูลของสายทาง โดยระบบฐานข้อมูลสายทางนี้มีความสามารถในการจัดการข้อมูลดังนี้

- สามารถเพิ่มเติมหรือแก้ไขฐานข้อมูลให้เป็นข้อมูลปัจจุบันได้ เพื่อให้ข้อมูลมีการ Update อยู่ตลอดเวลา
- สามารถสืบค้นหรือเรียกดูประวัติในการก่อสร้างและการซ่อมบำรุง รวมถึงงบประมาณที่ใช้ในโครงการนั้นได้
- สามารถจัดเก็บข้อมูลของถนนได้อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ในการจัดลำดับสายทางในงานบำรุงรักษาทาง
- สามารถแสดงแผนที่เส้นทางโดยสังเขปและแสดงตำแหน่งของสถานที่สำคัญต่างๆ ในสายทาง โดยแสดงผ่าน Google Map
- เป็นระบบฐานข้อมูล Online สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยผ่านระบบ Internet ทำให้สะดวกและเข้าถึงผู้ใช้งานได้รวดเร็ว

จากการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมโดยทดลองใช้จัดลำดับสายทางตัวอย่าง ดังกรณีศึกษาที่กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าโปรแกรมให้ผลที่ถูกต้องเช่นเดียวกับการคำนวณมือ และฐานข้อมูลที่ได้จากการใช้โปรแกรมนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและเป็นการปรับปรุงการทำงานของหน่วยงานให้สะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ผลที่ได้สามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจในการจัดสรรงบประมาณในงานบำรุงรักษาทางในโครงการต่างๆ ได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาสามารถสรุปข้อเสนอแนะและแนวทางการศึกษาต่อไปได้ดังนี้

1. การจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทาง ที่การวิเคราะห์ทำโดยผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้เลือกใช้ดัชนี และกำหนดค่าน้ำหนักเองนั้น ผู้ใช้ควรศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและทำความเข้าใจกับระบบการทำงานของโปรแกรมก่อน เนื่องจากผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีความอ่อนไหวกับการให้น้ำหนักความสำคัญของข้อพิจารณา
2. ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรม อาศัยข้อมูลจากการสำรวจเก็บข้อมูลของกรมทางหลวงชนบทที่ 10 จังหวัดเชียงใหม่เป็นหลัก ควรมีการทดสอบใช้โปรแกรมกับสำนักงานหลวงชนบทในจังหวัดอื่นๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น
3. การวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของสายทาง เพื่อให้เกิดการยืดหยุ่นในการใช้งานจึงควรปรับปรุงฐานข้อมูลค่าคงที่และสูตรในการคำนวณให้ทันสมัยและน่าเชื่อถือตลอดเวลารวมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวในกรณีที่ปัจจัยต่างๆเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคต
4. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น อ้างอิงมาจากข้อมูลและแนวทางปฏิบัติของกรมทางหลวงชนบทเป็นหลัก ทำให้ในเบื้องต้นอาจเหมาะสมสำหรับการใช้งานกับสายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทเท่านั้น แต่แนวคิดเรื่องการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางโดยใช้ดัชนีต่างๆ ในการวิเคราะห์นั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานบำรุงรักษาทางกับโครงสร้างพื้นฐานประเภทอื่นได้ เช่น คลองชลประทาน รางรถไฟ สะพานข้ามแม่น้ำ เป็นต้น

5. ผู้ใช้งานควรมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีเพื่อให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดในการนำไปใช้งานทั้งในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ระบบการวิเคราะห์และการตัดสินใจ

6. ผลการวิเคราะห์จัดลำดับจากโปรแกรมนี้ เป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในการวางแผนงานบำรุงรักษาทางเท่านั้น หากต้องการใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการวิเคราะห์และประเมินผลในส่วนอื่นประกอบด้วย เช่น ด้านข้อจำกัดของงบประมาณที่มีผลในเรื่องของการซ่อมบำรุงทางให้ได้ตามแผนงาน ด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อสภาพความเสียหายของผิวทาง และด้านความต้องการของประชาชนซึ่งมีผลต่อภาพลักษณ์ของหน่วยงาน

การพัฒนาความสามารถของโปรแกรม

การศึกษาการพัฒนากระบวนการช่วยตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางหลวงชนบท โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ผลคะแนนของสายทางและจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานซ่อมบำรุง โดยการวิเคราะห์จัดลำดับสายทางยังเป็นการวางแผนแบบปีต่อปี ซึ่งในอนาคตสามารถพัฒนาระบบให้มีความครอบคลุมปัจจัยหรือตัวแปรอื่นๆ และทำให้โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมมาเป็นข้อมูลของปีต่อไปได้ เพื่อยกระดับมาตรฐานของโปรแกรมให้มีความสามารถในการจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ และใช้วางแผนงานซ่อมบำรุงทางในระยะยาวได้ โดยสามารถพัฒนาระบบการทำงานให้ดีขึ้นได้ดังนี้

- สามารถใช้ข้อมูลทั่วไปของสายทางในปีปัจจุบันให้เป็นฐานข้อมูลของปีต่อไปได้ หากข้อมูลไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเพียงเล็กน้อย
- สามารถทำนายความเสียหายของสภาพผิวทางในปีต่อไปได้ ในกรณีที่สายทางนั้นไม่ได้ทำการซ่อมบำรุงในปีปัจจุบัน เพื่อหาความคุ้มค่าในการตัดสินใจที่จะทำการซ่อมบำรุงหรือไม่ซ่อมบำรุงสายทางในปีนั้นๆ
- สามารถทำนายอัตราการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณจราจร และปริมาณยานยนต์หนักในสายทางได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการทำนายความเสียหายของผิวทางในอนาคต

- สามารถรายงานผลการซ่อมบำรุงรักษาทางในกรณีที่กำลังดำเนินการ โดยนำเสนอในรูปแบบของความก้าวหน้าของเปอร์เซ็นต์งาน ผ่านระบบสารสนเทศเพื่อสามารถตรวจสอบความก้าวหน้างานซ่อมบำรุงได้ตลอดเวลา

ซึ่งการพัฒนาความสามารถของโปรแกรมทั้งหมดนี้ สามารถช่วยในการพิจารณาเลือกสายทาง ที่จะของบประมาณในการซ่อมบำรุงในปีงบประมาณนั้นอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้ข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการพัฒนาระบบประกอบการตัดสินใจ เพื่อความคุ้มค่าในการจัดสรรงบประมาณ ซึ่งจะช่วยทำให้การใช้ทรัพยากรของประเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองบรูณะและบำรุงรักษา. 2544. เอกสารประกอบการชี้แจงงบประมาณปี 2544. กรมโยธาธิการ, กรุงเทพมหานคร.

กองบำรุง, กรมทางหลวง. 2530. คู่มือสำรวจสภาพความเสียหายทางตามระบบบริหารงานบำรุง TPMS.

ชันว์ สิ้นขวาลัย. 2544. การพัฒนาโปรแกรมจัดลำดับความสำคัญในการพิจารณาคัดเลือกโครงการก่อสร้างถนนในชนบท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

รัชชัย เหล่าศิริหงส์ทอง. 2542. การจัดลำดับความสำคัญโครงการ. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่องการจัดลำดับความสำคัญโครงการ, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

รักษ์ ศตายุ. 2524. การจัดลำดับความสำคัญในงานบำรุงทาง. รายงานฉบับที่ วว 69. กรมทางหลวง, กรุงเทพมหานคร.

วิศว์ รัตนโชติ. 2544. การประเมินสภาพทางเพื่อใช้ในการบริหารงานบำรุงทางหลวงชนบท. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สราวุธ ทรงศิริไธ. 2533. การจัดลำดับความสำคัญสำหรับระบบบริหารงานบำรุงทางในประเทศไทย. วารสารทางหลวง 27.

สำนักบำรุงรักษาและอำนวยความสะดวกยานทาง. 2545. เอกสารการบำรุงรักษาทาง. กรมทางหลวงชนบท, กรุงเทพมหานคร.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 1976. **AASHTO Maintenance Manual**. Washington, D.C.

Asphalt Institute. 1983. **Asphalt in Pavement Maintenance (MS – 16)**. West Virginia.

Bank, H. 1996. Ranking of Regional Road Investment in Norway. **Transportation**. Vol.23.

Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP). 1987. **Road Maintenance Management System**. Report of a Seminar at Bangkok 10 – 14 November 1986.
New York.

Fisburn, P.C. 1967. **Methods of Estimating Additive Utilities**, **Management Science**, Vol. 13

Fwa, T.F. and W.T. Chan. 1993. **Priority Rating of Highway Maintenance Needs by Neural Networks**, *Journal of Transportation Engineering*.

Gumble, M.E. 1988. **Evaluation of Rural Road in Developing Regions**, **Master of Engineering Thesis**, Civil Engineering, Program University of New South Wales.

Hoque, Kh.Z. 1994. **Optimization of pavement Maintenance Schedules: A case study in Thailand**. Master Thesis, Asian Institute of Technology.

Indra Alfitri MAIZIR. 2007. **A Purposed Method of GIS-Base Road Maintenance Management**. Proceeding of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.
Vol.6, 2007.

Kathryn, A.C. and others. 1985. **Development of Preventive Maintenance Algorithm for Use in Pavement Management Systems**. Transportation Research Record 1123.

Mekky, S. 1998. **Using Travel Demand Models And Pairwise Comparision to Evaluate Alternative Transportation Network in Niagara**, Transportation Reseach,
No. 98-0683.

Sayer and M.W. 1986. **Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness**

Measurements. World Bank Technical Paper Number 46, 1986.

Shanin , M. and S. Kohn. 1981. **Pavement Management System for Roads and Parking Lots.**

Technical Report M – 294 Construction Engineering Research Lab. US Army Corps of Engineers.

US Army Corps of Engineers. 1997. **Pavement Asphalt Distress Manual.** US. Army Center.

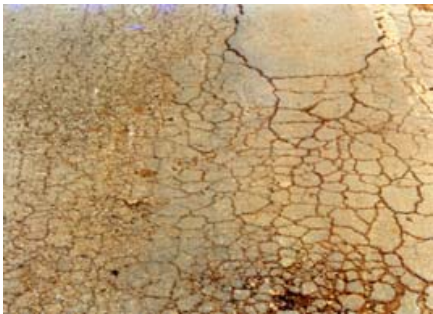
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ความเสียหายของผิวทางลาดยาง

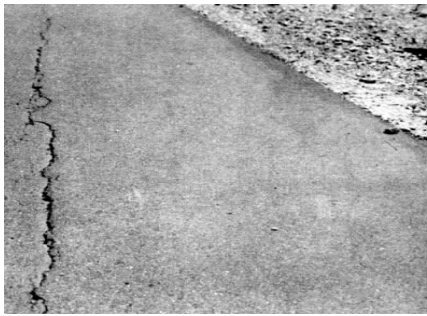
ลักษณะความเสียหาย

ถนนผิวทางลาดยางมีลักษณะความเสียหายที่แตกต่างกัน แต่ส่วนมากแล้วสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายมีเพียง 3 สาเหตุเท่านั้น คือ จากปริมาณจราจร สภาพดินฟ้าอากาศ น้ำหนักของยานพาหนะ หน่วยงานที่ศึกษาค้นคว้าการวิจัยเกี่ยวกับถนนผิวทางลาดยาง (The Asphalt Institute, AASHO, US army Corps of Engineers) ได้มีการแยกประเภทความเสียหายออกเป็นหลายรูปแบบ แต่ความเสียหายทั้งหลายเมื่อศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย พบว่าสามารถจัดกลุ่มความเสียหายได้เป็น 4 กลุ่ม 14 ลักษณะความเสียหาย ตามตารางที่ ก1

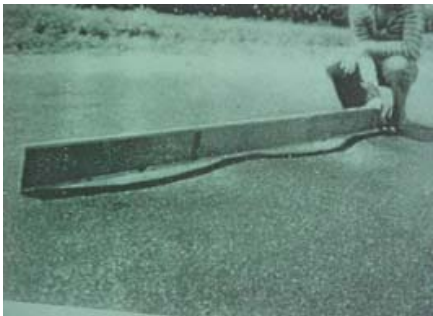
ตารางผนวกที่ ก1 ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
กลุ่ม ก. การแตกร้าว (Cracks)  รอยแตกหนังจระเข้ (Alligator Cracks)	ลักษณะทั่วไป - เป็นรอยแตกที่เกิดขึ้นต่อๆ กัน เป็นรูปสี่เหลี่ยมคล้ายกับหนังจระเข้ สาเหตุ - Subgrade หรือชั้นใต้ผิวทางอ่อน ไม่สามารถที่จะรับน้ำหนักได้ - Subgrade มีปริมาณน้ำอยู่มากเกินไป - ปริมาณจราจรหนักเกินกว่าความสามารถที่โครงสร้างทางจะรับได้

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
 รอยแตกตามแนวยาว / แนวขวาง (Longitudinal / Transverse Cracks)	ลักษณะทั่วไป - เป็นรอยแตกตามแนวยาว หรือ ขวางของผิวทาง สาเหตุ - ชั้นใต้ผิวทางตรงบริเวณที่เกิด รอยแตก มีการทรุดตัว ซึ่งอาจเป็น ผลเนื่องจากการระบายน้ำไม่ดี - ไหล่ทางมีแรงดันทางด้านข้างไม่ พอ หรือมีความชื้นสูง
 รอยแตกจากชั้นล่างแอ่นตัว (Reflection Cracks)	ลักษณะทั่วไป - เป็นรอยแตกตามขวาง หรือ ตามยาว หรือรูปเหลี่ยม สาเหตุ - เกิดจากการเคลื่อนตัวทั้งใน แนวตั้ง หรือแนวนอนของชั้นผิว ทางเดิมก่อนที่ Overlay หรือ จากการขยายตัวเนื่องจากอุณหภูมิ
 รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Cracks)	ลักษณะทั่วไป - เป็นรอยแตกที่เกิดต่อเนื่องกัน หรือรูปสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ สาเหตุ - เกิดจากการหดตัว เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงทางปริมาตรของชั้น พื้นทางหรือชั้น Subgrade

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
กลุ่ม ข. การเปลี่ยนรูปจากเดิม (Distortion)  ร่องล้อ (Channeling or Rutting)	ลักษณะทั่วไป - การยุบตัวต่างระดับจากผิวทางเดิมตามแนวร่องล้อ สาเหตุ - เกิดจากการ Consolidation หรือการเคลื่อนตัวในแนวนอนของชั้นใต้ผิวทาง - เกิดจากการก่อสร้างโครงสร้างทางไม่แข็งแรง หรือน้ำหนักรถบรรทุกเกิน
 คลื่นลูกกระนาบ (Corrugation and shoving)	ลักษณะทั่วไป - ลูกคลื่นตามขวางของผิวทางมักเกิดที่จุดรถเริ่มออกวิ่ง บริเวณที่รถหยุด หรือบริเวณที่มีการกระแทกของรถ สาเหตุ - ผิวทางไม่มีความแข็งแรงพอ เช่น มีปริมาณยางหรือส่วนละเอียดมากเกินไป - มีความชื้นในผิวทางมาก หรือส่วนผสมที่ใช้ Liquid asphalt ได้รับการบ่มตัวไม่พอ

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
 ยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression)	ลักษณะทั่วไป - เป็นแอ่งมีระดับต่ำกว่าบริเวณอื่นจนสังเกตได้ และอาจมีรอยแตก สาเหตุ - เกิดจากน้ำหนักของรถที่บรรทุกของหนักเกินอัตรา - จากการทรุดตัวของพื้นชั้นล่างเนื่องจากการก่อสร้างไม่ดี
 บวมตัว (Upheaval or Swell)	ลักษณะทั่วไป - ผิวทาง หรือชั้นโครงสร้างทางถูกดันขึ้น สาเหตุ - เกิดการบวมตัว (Swell) ของชั้น Sub grade เนื่องจากมีน้ำซึม
 ยุบตัว / รอยปะซ่อม (Utility Cut Depression and Patching)	ลักษณะทั่วไป - ยุบตัวเป็นแอ่งเกิดที่ผิวถนนมีระดับต่ำกว่าบริเวณอื่น ,รอยปะซ่อมที่ผิวทาง สาเหตุ - เนื่องจากบดอัดไม่ดี หรือวัสดุที่มาแทนคุณภาพไม่ดี

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
กลุ่ม ค. การลื่นไถล (Skid Hazard)  ผิวทางมียางเยิ้ม (Bleeding or Frushing)	ลักษณะทั่วไป - ยางเยิ้มชั้นบนของผิวทาง สาเหตุ - ในพื้นที่อากาศร้อนจัดผิวทางมีปริมาณยางในส่วนผสมมากเกินไป - เนื่องจากรถบรรทุกมากเกินไปทำให้ผิวอัดตัวแน่นมากทำให้ปริมาณยางถูกบีบขึ้นมาที่ผิว
 ผิวทางลื่น (Bleeding or Frushing)	ลักษณะทั่วไป - ผิวทางเรียบลื่น สาเหตุ - เกิดขึ้นจากวัสดุที่ใช้ทำผิวทางถูกขัดสีเมื่อมีการจราจรทำให้ผิวหน้าของชั้นเรียบและเป็นมัน - หินที่ใช้ทำผิวทางใช้พวกกรวดที่ไม่ได้ไม่ผ่านการโม่ ซึ่งผิวของกรวดเรียบลื่นอยู่แล้วจะลื่นมากยิ่งขึ้นเมื่อผิวทางเปียก
กลุ่ม ง. การหลุดร่อน (Disintegration)  หลุมบ่อ(Pot Holes)	ลักษณะทั่วไป รูปร่างเป็นหลุมขนาดต่างๆ สาเหตุ - เกิดจากการที่ผิวทางมีความแข็งแรงไม่พอ - ผิวทางใช้ยางน้อยเกินไป - การระบายน้ำไม่ดี - การก่อสร้างโครงสร้างไม่แข็งแรง รวมถึงน้ำหนักบรรทุกเกินอัตรา

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

ลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง	ลักษณะทั่วไป/สาเหตุ
 ผิวทางหลุคร่อน (Ravelling and Weathering)	ลักษณะทั่วไป - ผิวหน้าของผิวทางขรุขระเป็นหน้าข้าวตังเหมือนกับมีการถูกกัดเซาะ สาเหตุ - การบดทับไม่ดี หรือทำการก่อสร้างในขณะที่อากาศชื้น - วัสดุที่ใช้สกปรกหรือแตกขณะก่อสร้าง

ก. ข้อกำหนดเกี่ยวกับความรุนแรงของความเสียหาย

ในแบบจำลองจัดลำดับความสำคัญงานบำรุงรักษาทาง ได้แบ่งความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผิวทางลาดยาง ออกเป็น 2 กลุ่มคือ ความเสียหายหนัก และความเสียหายเบา เพื่อให้สามารถใช้หาค่า ดัชนีแสดงสภาพความเสียหายของถนนผิวทางลาดยาง (Rural Rode Condition Index : RCI) โดยในแต่ละกลุ่มความเสียหายมีลักษณะความเสียหายดังนี้

ก.1 ความเสียหายเบาที่ผิวทาง (Minor Carriageway Deterioration) เป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นเพียงบนผิวทางไม่ลึกลงไปถึงโครงสร้างซึ่งสามารถแก้ไขด้วยการฉาบผิว (Surface dress) ก็ได้ ความเสียหายเบาที่ผิวทางจรรยาได้แก่

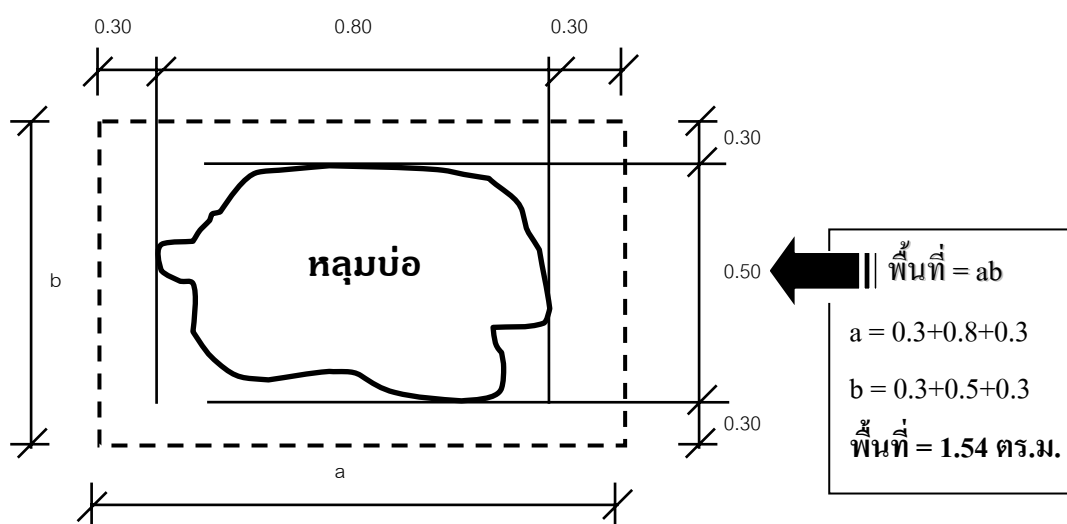
- พื้นที่ที่มีหินหลุคร่อน ทั้งตามแนวยาวและแนวขวาง
- พื้นที่ที่มีรอยปะซ่อมของผิวทางเดิม (Patching)
- พื้นที่ที่มีรอยร่องล้อ ซึ่งมีความลึกของร่องไม่เกิน 5 เซนติเมตร
- พื้นที่ที่มีรอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง อาจเป็นรอยแตกตามยาวหรือตามขวางหรือตามยาวร่วมกับตามขวาง ที่มีความลึกของรอยแตกไม่เกิน 5 เซนติเมตร

ก.2 ความเสียหายหนักที่ผิวทาง (Major Carriageway Deterioration) เป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทางจราจร ลึกไปจนถึงชั้นโครงสร้างแก้ไขโดยวิธีฉาบผิวไม่หายต้องใช้วิธีปะซ่อม ทำผิวจราจรของช่วงความเสียหายนั้นใหม่ หรือเสริมผิวเสริมกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง ความเสียหายหนักที่ผิวจราจร ได้แก่

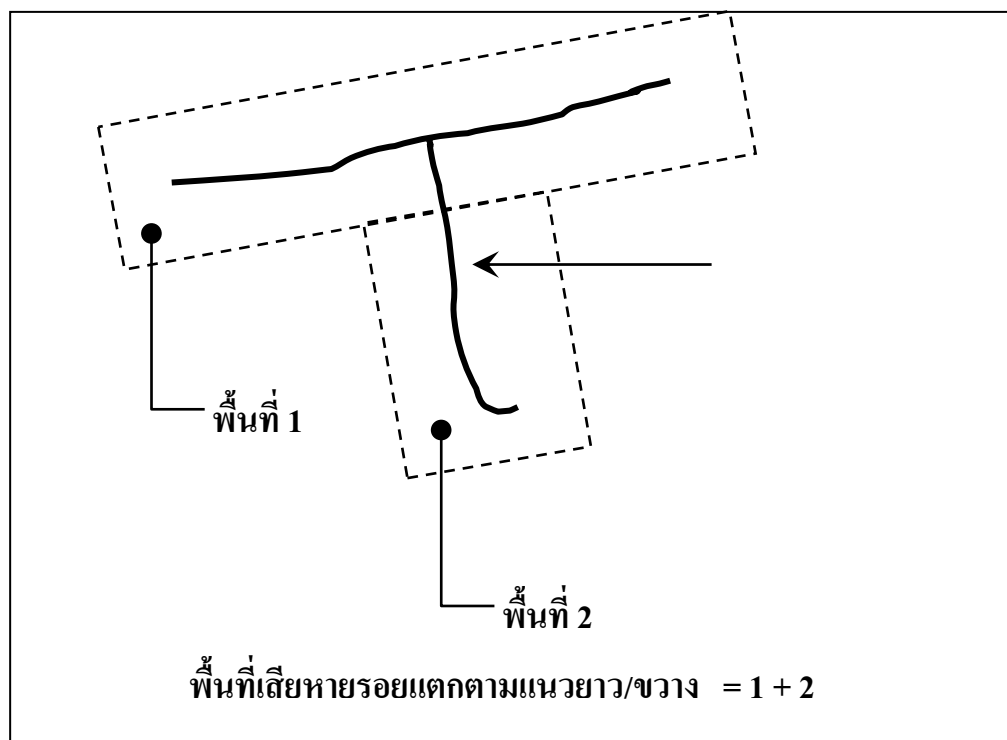
- พื้นที่ที่เกิดหลุมบ่อ (Pot holing)
- พื้นที่ที่มีการยุบตัวของผิวทางเป็นแอ่ง (Depression) จากระดับเดิมเกินกว่า 5 เซนติเมตร
- พื้นที่ที่มีรอยร่องล้อ ซึ่งมีความลึกของร่องที่เกิดขึ้นเกินกว่า 5 เซนติเมตร
- พื้นที่ที่มีรอยแตกตามยาวหรือแนวขวาง (Longitudinal or Transverse Cracks) ที่มีความลึกของรอยแตกเกินกว่า 5 เซนติเมตร

ปริมาณความเสียหายวัดเป็นพื้นที่ หน่วยเป็นตารางเมตร โดยวัดความกว้างออกไปจากพื้นที่เสียหายข้างละ 30 เซนติเมตร ในกรณีความเสียหายแบบร่องล้อ และรอยแตกตามผิวทางให้วัดพื้นที่เหมือนความเสียหายแบบอื่น แต่ให้บันทึกความลึกของความเสียหายด้วย

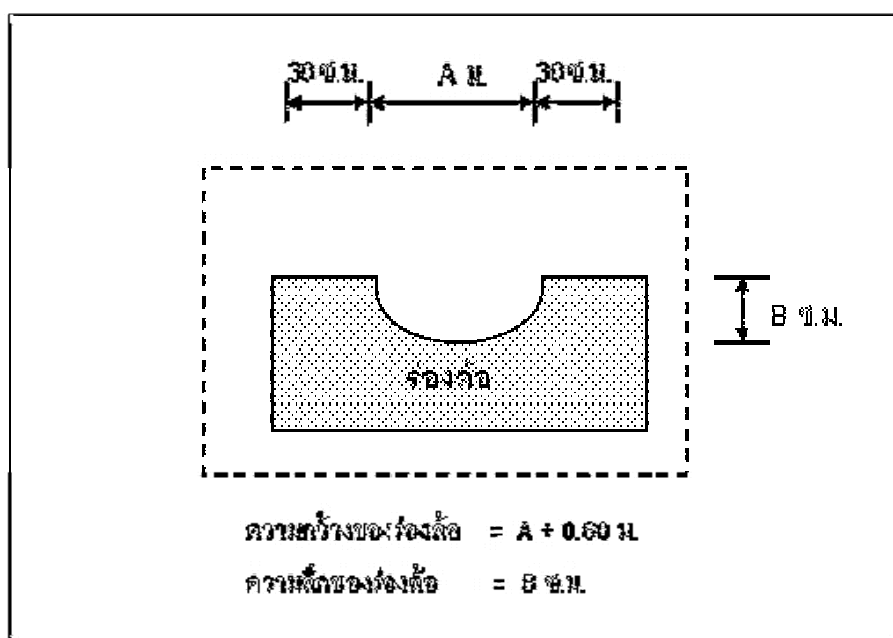
การวัดพื้นที่ความเสียหาย



ภาพผนวกที่ ก1 ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายแบบหลุมบ่อ



ภาพผนวกที่ ก2 ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายรอยแตกตามแนวยาวและขวาง



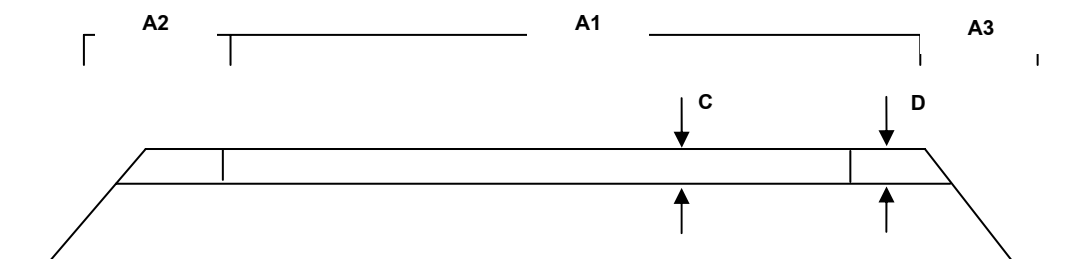
ภาพผนวกที่ ก3 ตัวอย่างการวัดพื้นที่ความเสียหายร่องล้อ

ภาคผนวก ข
แบบฟอร์มการสำรวจ

แบบฟอร์มการสำรวจและประเมินสภาพทางงาน บำรุงรักษาทาง

รหัสสายทาง	
ชื่อสายทาง	
อำเภอ	
จังหวัด	
ระยะทาง	
ประจำปี 25.....	

ภาพสายทาง
ตำแหน่ง X – SECTION



สัญลักษณ์

A1	ความกว้างผิวจราจร	ม.
A2,A3	ความกว้างไหล่ทาง	ม.
C	ความหนาชั้นพื้นทาง(BASE)	ม.
D	ความหนาวัสดุไหล่ทาง	ม.
DBST.	DOUBLE SURFACE TREATMENT	
SST.	SINGLE SURFACE TREATMENT	
CS.	CAPE SEAL	
SS.	SLURRY SEAL	
AC.	ASPHALTIC CONCRETE	
L.	ลูกรัง	

หมายเหตุ - ให้ดำเนินการสำรวจทุกระยะ 200 เมตร
- ถ่ายภาพสายทางในตำแหน่งที่พบสภาพความเสียหายของทาง

1. สรุปรายละเอียดการสำรวจงานบำรุงรักษาทาง

รหัสสายทาง	ชื่อสายทาง
อำเภอ	จังหวัด
ระยะทาง กม.	ปริมาณจราจร
ประเภทผิวจราจร.....	กว้าง ม.
ประเภทไหล่ทาง	กว้างข้างละ ม.
ค่า PSI เฉลี่ย	อุบัติเหตุ .....ครั้ง

ทางหลวงชนบทจังหวัด
วันที่สำรวจ

ลงชื่อ.....ผู้สำรวจ
(.....)
ตำแหน่ง.....

2. ประวัติการก่อสร้าง

ประวัติการก่อสร้าง			
รหัสสายทาง		ชื่อสายทาง	
ช่วง กม. ที่		ระยะทาง	

1	ผิวทางกว้าง	ชนิด
	ไหล่ทางกว้างข้างละ.....	ชนิด
	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ.....	ค่าก่อสร้าง
	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง

2	ผิวทางกว้าง	ชนิด
	ไหล่ทางกว้างข้างละ.....	ชนิด
	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ.....	ค่าก่อสร้าง
	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง

3	ผิวทางกว้าง	ชนิด
	ไหล่ทางกว้างข้างละ.....	ชนิด
	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ.....	ค่าก่อสร้าง
	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง

4	ผิวทางกว้าง	ชนิด
	ไหล่ทางกว้างข้างละ.....	ชนิด
	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ.....	ค่าก่อสร้าง
	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง

5	ผิวทางกว้าง	ชนิด
	ไหล่ทางกว้างข้างละ.....	ชนิด
	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ.....	ค่าก่อสร้าง
	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง

4. รายละเอียดการสำรวจงานบำรุงรักษาทาง

รหัสสายทาง

ชื่อสายทาง.....

ผู้บันทึกข้อมูล

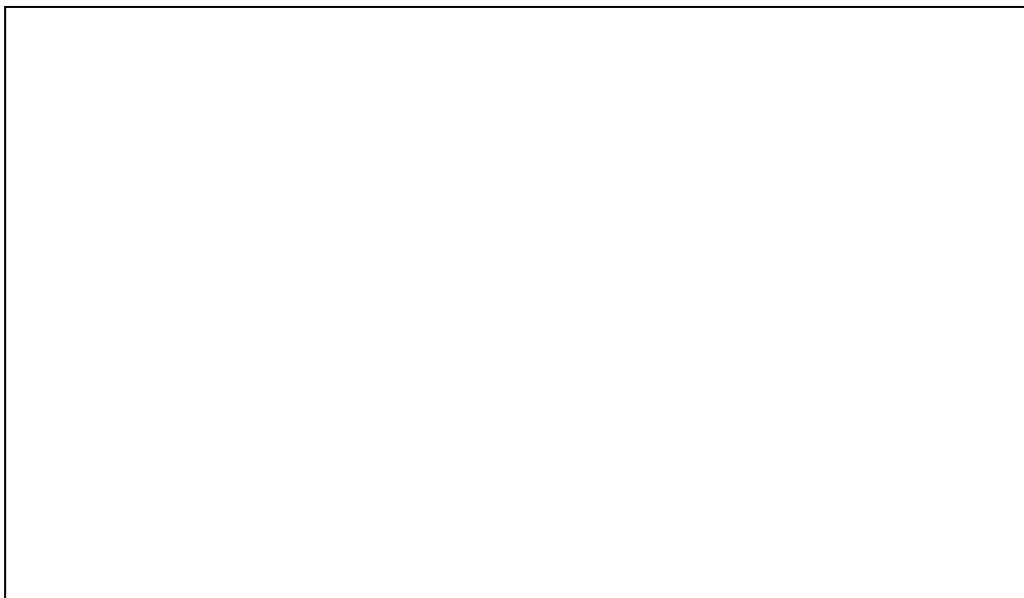
กม. ถึง กม.

วันที่บันทึกข้อมูล.....

ช่วงเวลาบันทึกข้อมูล

ตำแหน่งพื้นที่	ชนิด		ความกว้าง (ม.)		ความลึก (ชม.)		1	2	3	4	5	6	รายละเอียดการสำรวจ
	ผิวทาง	ไหล่ทาง	ผิวทาง	ไหล่ทาง	ผิวทาง	ไหล่ทาง	หลุมร่อน	รอยปะซ่อม	หลุมบ่อ	ยุบตัวเป็นแอ่ง	ร่องล้อ	รอยแตกผิวทาง	
Sta...+...	สภาพความเสียหาย												
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
											[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	
Sta...+...							 ม.2	 ม.2	 ม.2	 ม.2	[] ลึก > 5 ซม. ม. ²	[] พื้นที่ > 5 ม. ² ม. ²	

5. ภาพถ่ายสายทาง

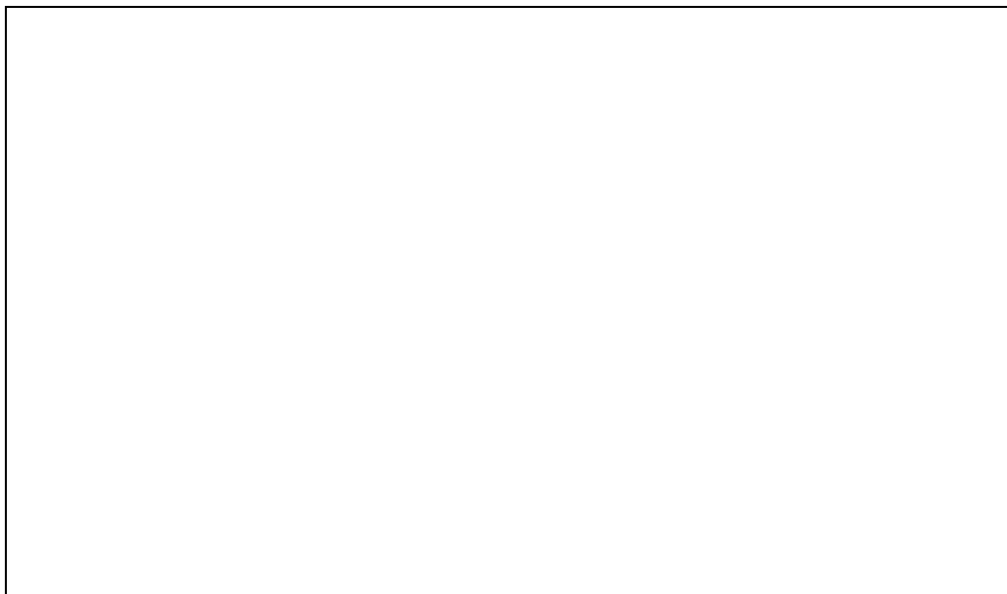


ภาพถ่าย กม. ที่ +..... ..



ภาพถ่าย กม. ที่ +..... ..

6. ภาพถ่ายลักษณะความเสียหาย



ภาพถ่าย กม. ที่ +..... ..



ภาพถ่าย กม. ที่ +..... ..

7. ข้อมูลการจราจร

รหัสสายทาง ชื่อสายทาง

จากเวลา ถึงเวลา

สภาพอากาศ สภาพผิวจราจร

วันที่สำรวจ

ลำดับที่	ประเภทขบวน	นับจำนวน (คัน/วัน)	หมายเหตุ
1	รถมอเตอร์ไซด์ (MC)		
2	รถยนต์นั่ง (SV)		
3	รถยนต์นั่งพ่วง (SVT)		
4	รถโดยสารขนาดกลาง (TB2)		
5	รถโดยสารขนาดใหญ่ (TB3)		
6	รถบรรทุก 10 ล้อ (T4)		
7	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART3)		
8	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART4)		
9	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART5)		
10	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (ART6)		
11	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (BD)		
12	รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง (DRT)		
	รวม		

8. ข้อมูลสถานที่ในสายทาง

ข้อมูลสถานที่สำคัญในสายทาง

1. แหล่งท่องเที่ยว

	ตำแหน่ง (Sta.)
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

2. สถานที่ราชการ (เช่น สถานีตำรวจ หน่วยงานประจำจังหวัด/อำเภอ)

	ตำแหน่ง (Sta.)
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	

3. โรงพยาบาล สถานีอนามัย

	ตำแหน่ง (Sta.)
(1)	
(2)	
(3)	
(4)	
(5)	
(6)	

4. วัด มัสยิด โบสถ์

ตำแหน่ง (Sta.)

- | | | |
|-----|-------|-------|
| (1) | ..... | ..... |
| (2) | ..... | ..... |
| (3) | ..... | ..... |
| (4) | ..... | ..... |
| (5) | ..... | ..... |

5. แหล่งชุมชนพักอาศัย (1 แห่งหนาแน่นไม่น้อยกว่า 20 หลังคาเรือน)

ตำแหน่ง (Sta.)

- | | | |
|-----|-------|-------|
| (1) | ..... | ..... |
| (2) | ..... | ..... |
| (3) | ..... | ..... |
| (4) | ..... | ..... |
| (5) | ..... | ..... |

6. โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มปศุสัตว์ โกดังเก็บวัตถุดิบทางการเกษตร

ตำแหน่ง (Sta.)

- | | | |
|-----|-------|-------|
| (1) | ..... | ..... |
| (2) | ..... | ..... |
| (3) | ..... | ..... |
| (4) | ..... | ..... |
| (5) | ..... | ..... |

7. สถานที่สำคัญอื่นๆ

ตำแหน่ง (Sta.)

- | | | |
|-----|-------|-------|
| (1) | ..... | ..... |
| (2) | ..... | ..... |
| (3) | ..... | ..... |
| (4) | ..... | ..... |
| (5) | ..... | ..... |

ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้งานโปรแกรม



คำนำ

โปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิศวกรรมโยธา ปี 2552 จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นระบบช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในงานบำรุงรักษาทางโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางที่ต้องทำการซ่อมบำรุงผิวทางในการบำรุงปกติและการบำรุงตามกำหนดเวลา รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนงานบำรุงรักษาทางและปรับปรุงการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะเป็นประโยชน์สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สนใจไม่มากนักน้อย หากโปรแกรมหักว่ามีข้อผิดพลาดประการใด หรือท่านมีข้อเสนอแนะอันจะนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมที่จะก่อให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ขอความกรุณาแจ้งข้อมูลดังกล่าวมายัง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถนน พหลโยธิน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร 0-2942-8555 ต่อ 1334 Email: Malitong_zs_3@hotmail.com ทางผู้จัดทำขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ปิยณิตย์ มะลิทอง

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	138
คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผล	139
ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม	140
1. การเริ่มใช้งาน	140
2. การเข้าสู่ระบบ	141
3. การใช้งานโปรแกรม ส่วนของการเตรียมข้อมูล (Data Master)	142
4. การใช้งานโปรแกรม ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)	146
5. การใช้งานโปรแกรม ส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้ (Admin)	148

คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผล

ในการประมวลผลโปรแกรมเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ใช้ควรทำการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล ก่อนการใช้งาน

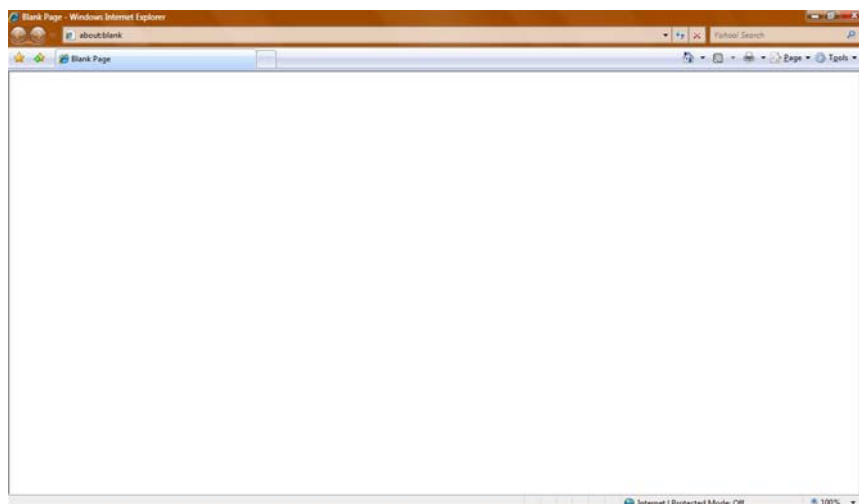
ตารางผนวกที่ ง1 คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นในการประมวลผลโปรแกรม

ส่วนประกอบ	คุณสมบัติอย่างน้อยที่สุดที่ต้องการสำหรับประมวลผล
ระบบปฏิบัติการ	Window XP
ระบบประมวลผล	CPU 1.0 GHZ
หน่วยความจำ	RAM 512 MB
โปรแกรมประมวล	Web browserต่างๆ เช่น Internet Explorer

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม

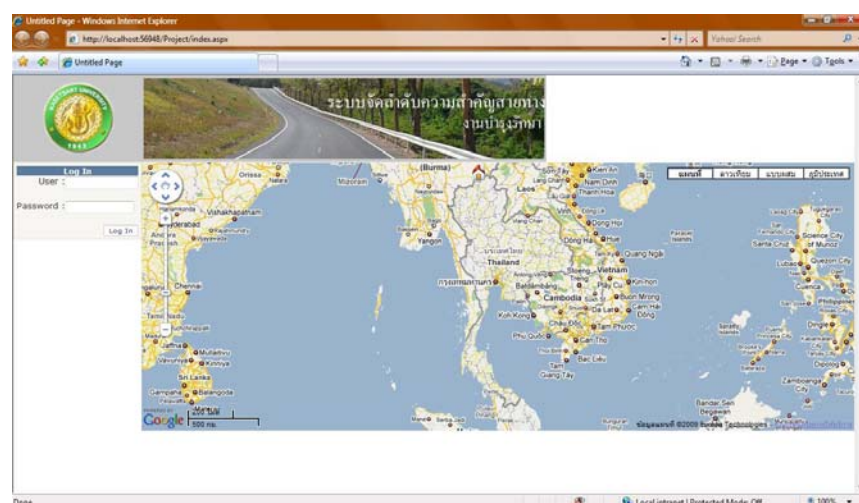
1. การเริ่มเข้าใช้งาน

1.1 ผู้ใช้สามารถเริ่มใช้งานโปรแกรมโดยการเปิด Web Browser



ภาพผนวกที่ ค1 การเรียกใช้งานโปรแกรม

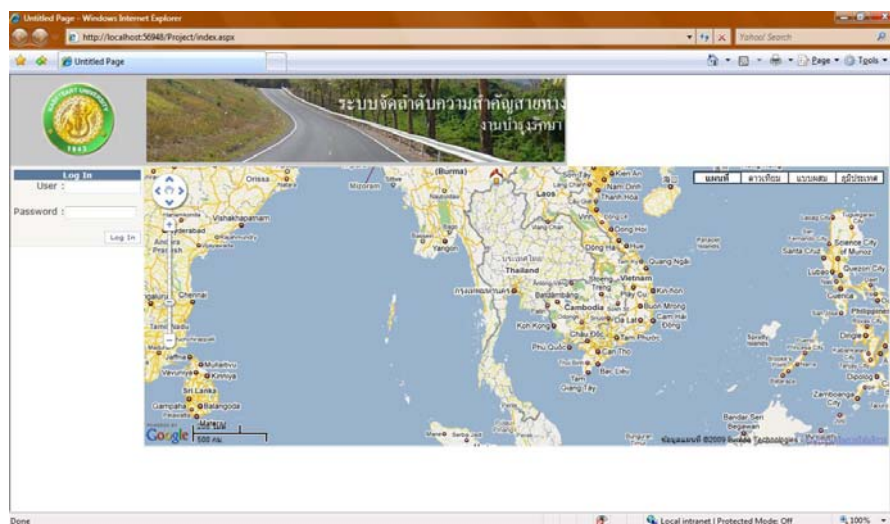
1.2 จากนั้นให้ทำการ ไปยังAddressของ Web Application ในที่นี้คือ <http://localhost/project/>



ภาพผนวกที่ ค2 หน้าต่างสำหรับเริ่มใช้โปรแกรม

2. การเข้าสู่ระบบ

2.1 ผู้ใช้จะต้องทำการกรอก User Password เพื่อตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบ



ภาพผนวกที่ ค3 หน้าต่างสำหรับกรอก User Password

โดยระดับของผู้ใช้งานจะมี 2 ระดับดังนี้

ระดับ Admin

- สามารถแก้ไขข้อมูลสายทางได้
- สามารถทำการวิเคราะห์สายทางได้
- สามารถเพิ่มUser ของผู้ใช้งานได้

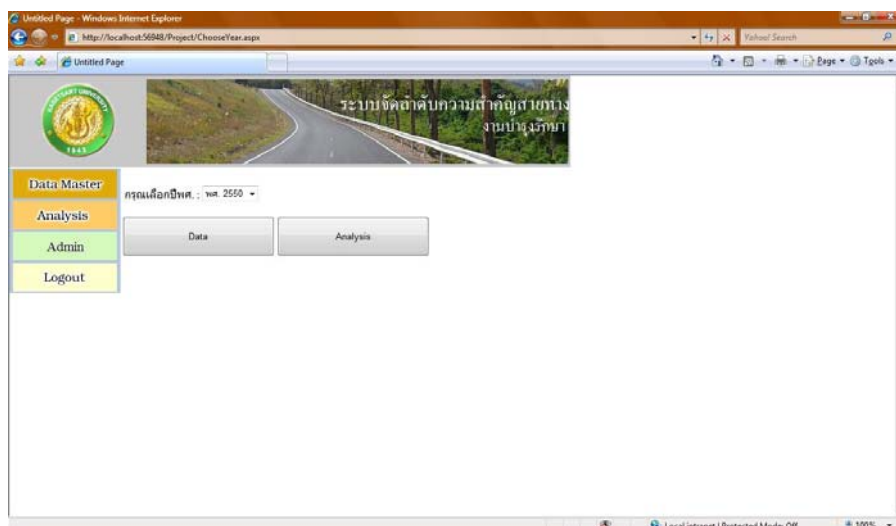
ระดับ User

- สามารถทำการวิเคราะห์สายทางได้

เนื่องจากการป้องกันการแก้ไขข้อมูลต่างๆ โดยไม่ได้รับอนุญาต ผู้ใช้งานที่อยู่ในระดับ Admin เท่านั้นที่สามารถทำการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ของสายทางที่จะเตรียมไว้เพื่อไปวิเคราะห์ต่อไปได้

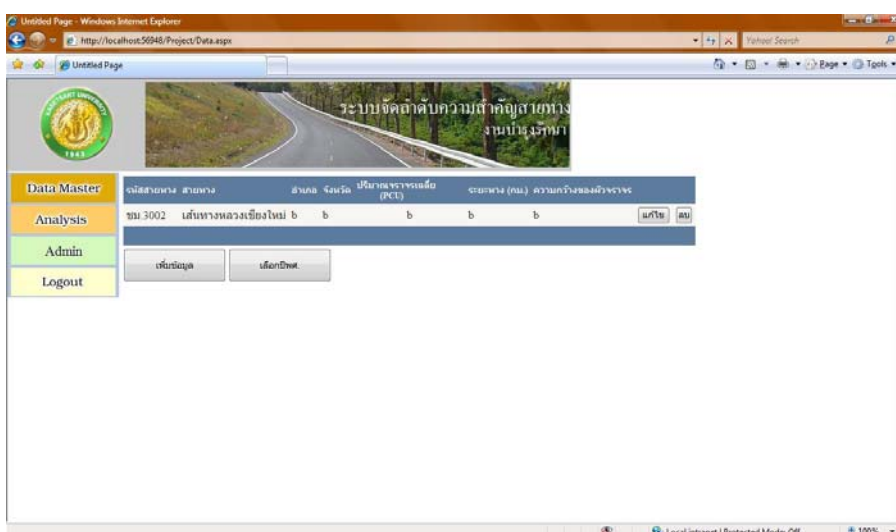
3. การใช้โปรแกรม ส่วนของการเตรียมข้อมูล (Data Master)

3.1 ผู้ใช้งานระดับAdmin สามารถเพิ่มข้อมูลสายทางได้ โดยทำการเลือกปี พ.ศ.ของข้อมูลที่ต้องการก่อน จากนั้นจึงทำการเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขข้อมูล



ภาพผนวกที่ ค4 ฟอรั่มการเลือกปี พ.ศ.ของข้อมูล

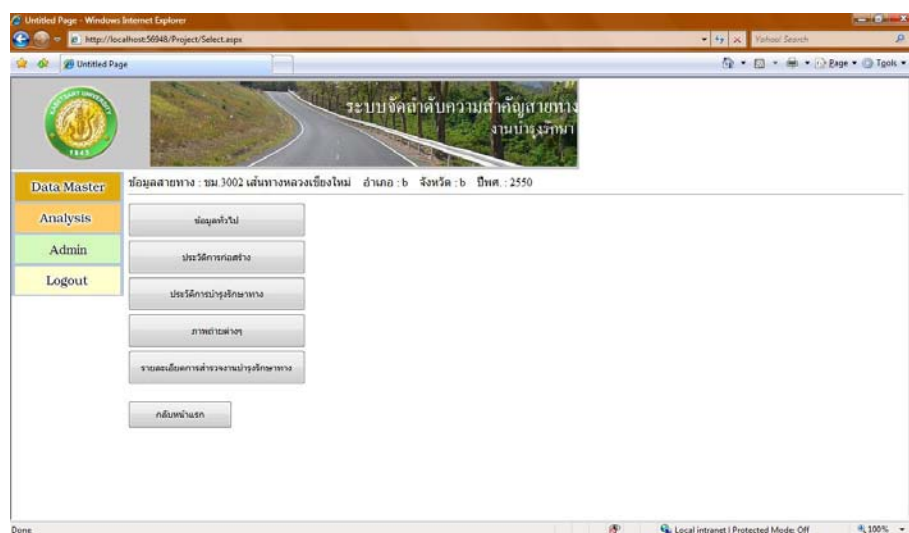
จากนั้นหน้าจอแสดงรายชื่อสายทางในปี พ.ศ. นั้นเพื่อทำการ เพิ่ม ลบ หรือแก้ไข



ภาพผนวกที่ ค5 หน้าต่างแสดงชื่อสายทางที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

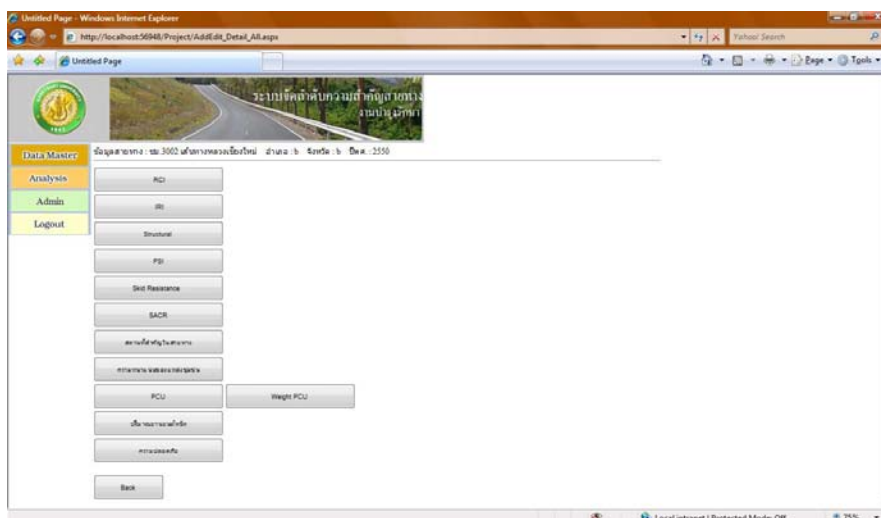
เมื่อทำการเลือกสายทางจะมีเมนูต่างๆ เพื่อให้เลือกกระทำกับข้อมูลพื้นฐานของสายทางที่เลือกไว้ โดยเมนูหลัก 5 เมนูดังนี้

- ข้อมูลทั่วไป
- ประวัติการก่อสร้าง
- ประวัติการบำรุงรักษา
- ภาพถ่ายต่างๆ
- รายละเอียดการสำรวจงานบำรุงรักษาทาง



ภาพผนวกที่ ๑๖ หน้าต่างเมนูให้เลือกป้อนข้อมูลของสายทาง

โดยเมื่อเลือกรายละเอียดการสำรวจบำรุงรักษาทาง จะมีค่าดัชนีต่างๆ ที่เป็นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป โดยผู้ใช้สามารถเลือกเข้าไปเพิ่ม แก้ไข หรือลบข้อมูลได้

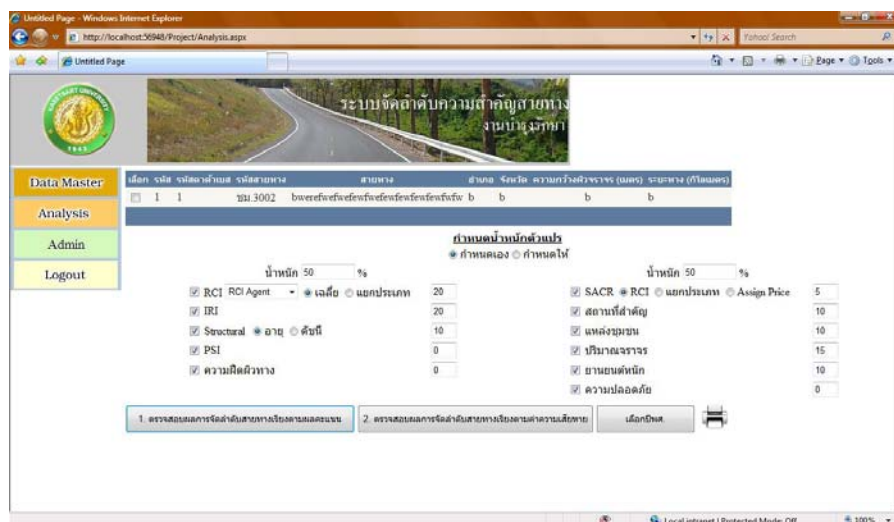


ภาพผนวกที่ ๗ หน้าด่างเมนูให้เลือกป้อนค่าดัชนีของสายทาง

ตัวอย่างหน้าการแก้ไขข้อมูลหน้า RCI โดยในหน้าอื่นๆ ก็จะมีหลักการทำงานเช่นเดียวกัน คือเปลี่ยนแปลงตัวเลขในฟิลด์ที่ต้องการ จากนั้นจึงกดปุ่ม SAVE

4. การใช้งานโปรแกรม ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)

4.1 หลังจากการนำเข้าข้อมูลต่างๆ ของสายทางแล้ว ผู้ใช้สามารถเลือกข้อมูลสายทางทางต่างๆ รวมถึงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในค่าต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ได้



ภาพผนวกที่ ค9 แสดงหน้าต่างการทำงานของโปรแกรมในส่วนการวิเคราะห์

4.2 การดูข้อมูลผลการตรวจสอบการจัดลำดับสายทางเรียงตามคะแนน จะแสดงข้อมูลดังนี้

กำหนดน้ำหนักตัวแปร													
น้ำหนัก 50 % ☒ RCI ☒ RCI Agent ☒ เฉลี่ย ☐ แยกประเภท 20 น้ำหนัก 50 % ☒ SACR ☒ RCI ☐ แยกประเภท ☐ Assign Price 5													
น้ำหนัก 50 % ☒ IRI ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 20 น้ำหนัก 50 % ☒ สถานที่สำคัญ ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 10													
น้ำหนัก 50 % ☒ Structural ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 10 น้ำหนัก 50 % ☒ แหล่งชุมชน ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 10													
น้ำหนัก 50 % ☐ PSI ☐ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 0 น้ำหนัก 50 % ☒ ปริมาณจราจร ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 15													
น้ำหนัก 50 % ☐ ความถี่ผิวทาง ☐ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 0 น้ำหนัก 50 % ☒ ขาดชนต้นกั้น ☒ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 10													
น้ำหนัก 50 % ☐ ความปลอดภัย ☐ เฉลี่ย ☐ คำนวณ 0													
1. ตรวจสอบผลการจัดลำดับสายทางโดยตามคะแนน 2. ตรวจสอบผลการจัดลำดับสายทางโดยตามความเสียหาย เลือกพิมพ์													
ผลการจัดลำดับสายทางเรียงตามคะแนน													
จัดลำดับ	RCI	IRI	Structural	PSI	Resistance	SACR	Place	Community	PCU	Quantity	Heavy	Accident	Result
ขม.3001	20.000	16.000	8.710	0.000	0.000	0.530	3.333	7.000	9.999	4.000	0.000	69.572	2,569,500.00
ขม.3002	4.000	16.000	8.519	0.000	0.000	1.329	0.000	5.000	9.999	4.000	0.000	48.847	233,000.00
ขม.3003	4.000	12.000	8.636	0.000	0.000	5.000	0.000	5.000	9.999	4.000	0.000	48.635	136,250.00
ขม.3004	12.000	8.000	9.000	0.000	0.000	0.550	0.000	5.000	7.000	4.000	0.000	45.550	1,857,000.00
ขม.3005	8.000	4.000	8.000	0.000	0.000	3.145	0.000	5.000	7.000	4.000	0.000	39.145	256,000.00

ภาพผนวกที่ ค10 แสดงหน้าต่างโปรแกรมในส่วนการแสดงผลคะแนน

4.3 การดูข้อมูลผลการตรวจสอบการจัดลำดับสายทางเรียงตามค่าความเสียหายจะแสดงข้อมูลดังนี้

ลำดับ	รหัสสายทาง	ชื่อสายทาง	ความเสียหาย(ตร.ม.)	ค่าคะแนนRCI	ช่วง(กม.)	งบประมาณ(บาท)
1	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	333	958.300	18 - 21	1,665.00
2	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	40	121.333	6 - 9	200.00
3	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	32	97.067	3 - 6	160.00
4	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	24	72.800	0 - 3	120.00
5	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	1	2.878	9 - 12	5.00
6	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	0.1	0.288	12 - 15	.50
7	ขม.3002	เส้นทางหลวงเชียงใหม่	0.0001	0.000	15 - 18	.00

ภาพผนวกที่ ค11 หน้าต่างแสดงผลการจัดลำดับสายทางเรียงตามความเสียหาย

4.4 รายงานข้อมูลทั่วไปของสายทาง จะแสดงข้อมูลดังนี้

รายงานข้อมูลทั่วไปของสายทาง
ข้อมูลสายทาง : ขม.3002 เส้นทางหลวงเชียงใหม่ อำเภอ : b จังหวัด : b ปีพศ. : 2550

ประวัติการก่อสร้าง

ลำดับ	ผิวทางกว้าง	ชนิด	ในเส้นทางกว้างข้างละ	ชนิด	ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อ	ค่าก่อสร้าง	ช่วง กม. ที่	ระยะทาง
1	1	1	1	1	1	1	1	1

ประวัติการบำรุงรักษา

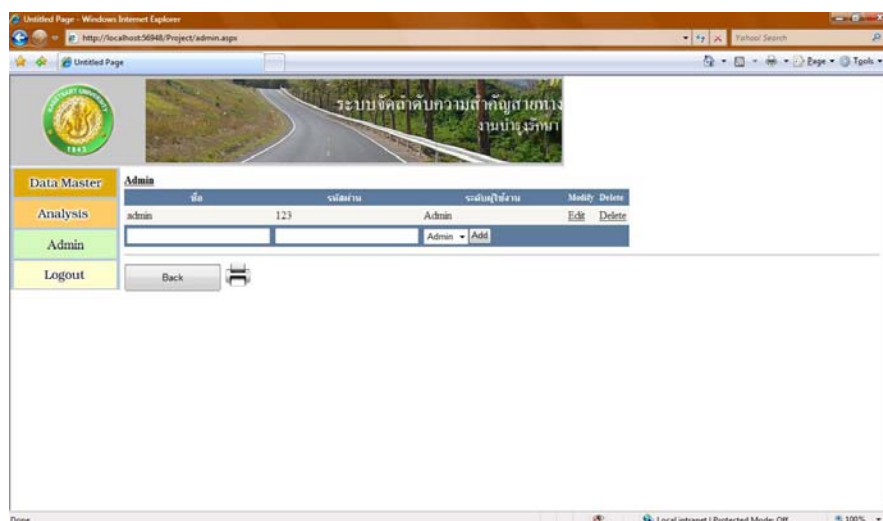
ลำดับ	งบประมาณ	กม. ที่	ถึง กม. ที่	รายการ	งบประมาณ(บาท)	หมายเหตุ
1	1	11	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2

ข้อมูลด้านวิศวกรรม
ค่า RCI เฉลี่ย : 958.3
ค่า IRI เฉลี่ย : 20
โครงสร้าง : อายุบริการ 0 ปี
อายุทาง 0 ปี
ค่าการแอ่นตัว 0
คุณภาพการขับขี : 0
ความผิดของผิวทาง : 0
ปริมาณจราจร : 99.25 PCU/วัน

ภาพผนวกที่ ค12 หน้าต่างแสดงข้อมูลทั่วไปของสายทาง

5. การใช้งานโปรแกรม ส่วนของการจัดการข้อมูลผู้ใช้ (Admin)

5.1 ผู้ใช้งานระดับ Admin สามารถเพิ่มผู้ใช้เพิ่มเติมโดย โดยจะต้องระบุระดับของผู้ใช้งานว่าเป็น Admin หรือ User โดยความแตกต่างของ Admin กับ User คือ Admin สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานของสายทางได้ (Data Master) แต่ในขณะที่ User สามารถทำการวิเคราะห์สายทางได้เพียงอย่างเดียว



ภาพผนวกที่ ค13 หน้าต่างสำหรับเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขผู้ใช้งานระบบ

ตัวอย่าง Code ในการเชื่อมต่อกับ Google Map

```
string temp = "";
    temp = "<script language='javascript'
type='text/javascript'>";
    temp +=
"document.getElementById('mapp').style.display='';";
    temp += "map = new
GMap2(document.getElementById('mapp'))";
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(21.657428197370652,
79.62890625), 5);";
    temp += "map.setUIToDefault();";
temp += "</script>";
lblTemp.Text = temp;
```

ตัวอย่าง Code ในการนำข้อมูลหมู่บ้าน ข้อมูลโรงเรียน และข้อมูลวัดมาแสดงผลร่วมกัน

```
string temp = "";

    temp = "<script language='javascript'
type='text/javascript'>";
    temp += "document.getElementById('mapp').style.display='';";
    temp += "var map = new
GMap2(document.getElementById('mapp'))";
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(14.647368383896632,
101.513671875), 5);";
    temp += "map.setUIToDefault();";
temp += "var point;";
temp += "var baseIcon;";

    ds = myDB.Query("SELECT * FROM Village WHERE R_ID =' " +
Session["ID"].ToString() + "' And Year =' " +
Session["Year"].ToString() + "'");
    int number = ds.Tables[0].Rows.Count;
    int v = 0;
    for (int i = 0; i < number; i++)
    {
        temp += "baseIcon = new
GIcon(G_DEFAULT_ICON, 'http://www.paiteawgun.com/nut/village.png');";
        temp += "baseIcon.iconSize = new GSize(25, 25);";
        temp += "baseIcon.shadow = ''";
        temp += "markerOptions = { icon:baseIcon }; ";
        temp += "point = new GLatLng(" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Latitude"].ToString() + ", " +
ds.Tables[0].Rows[i]["Longitude"].ToString() + ");";
        temp += "var marker" + v + i + " = new
GMarker(point,markerOptions);";
        temp += "GEvent.addListener(marker" + v + i + ", 'click',
function() {marker" + v + i + ".openInfoWindowHtml(' " +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "',{maxContent:' " +
```

```

ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "<br><img src=\"\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Picture"].ToString() + "\" > <br> Position : "
+ ds.Tables[0].Rows[i]["Position"].ToString() + "',maxTitle:'\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "'});});";
    temp += "map.addOverlay(marker" + v + i + ");";
}

ds = myDB.Query("SELECT * FROM School WHERE R_ID ='" +
Session["ID"].ToString() + "' AND Year ='" +
Session["Year"].ToString() + "'");
number = ds.Tables[0].Rows.Count;
int k = 1;
for (int i = 0; i < number; i++)
{
    temp += "baseIcon = new
GIcon(G_DEFAULT_ICON, 'http://www.paiteawgun.com/nut/school.png');";
    temp += "baseIcon.iconSize = new GSize(25, 25);";
    temp += "baseIcon.shadow = ''";
    temp += "markerOptions = { icon:baseIcon }; ";
    temp += "point = new GLatLng(" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Latitude"].ToString() + "," +
ds.Tables[0].Rows[i]["Longitude"].ToString() + ");";
    temp += "var marker" + k + i + " = new
GMarker(point,markerOptions);";
    temp += "GEvent.addListener(marker" + k + i + ", 'click',
function() {marker" + k + i + ".openInfoWindowHtml('\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "',{maxContent:'\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "<br><img src=\"\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Picture"].ToString() + "\" > <br> Position : " +
ds.Tables[0].Rows[i]["Position"].ToString() + "',maxTitle:'\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "'});});";
    temp += "map.addOverlay(marker" + k + i + ");";
}

ds = myDB.Query("SELECT * FROM Temple WHERE R_ID ='" +
Session["ID"].ToString() + "' AND Year ='" +
Session["Year"].ToString() + "'");
number = ds.Tables[0].Rows.Count;
int d = 2;
for (int i = 0; i < number; i++)
{
    temp += "baseIcon = new
GIcon(G_DEFAULT_ICON, 'http://www.paiteawgun.com/nut/temple.png');";
    temp += "baseIcon.iconSize = new GSize(25, 25);";
    temp += "baseIcon.shadow = ''";
    temp += "markerOptions = { icon:baseIcon }; ";
    temp += "point = new GLatLng(" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Latitude"].ToString() + "," +
ds.Tables[0].Rows[i]["Longitude"].ToString() + ");";
    temp += "var marker" + d + i + " = new
GMarker(point,markerOptions);";
    temp += "GEvent.addListener(marker" + d + i + ", 'click',
function() {marker" + d + i + ".openInfoWindowHtml('\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "',{maxContent:'\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "<br><img src=\"\" +
ds.Tables[0].Rows[i]["Picture"].ToString() + "\" > <br> Position : " +

```

```

ds.Tables[0].Rows[i]["Position"].ToString() + "',maxTitle:'' +
ds.Tables[0].Rows[i]["Name"].ToString() + "''}});});";
    temp += "map.addOverlay(marker" + d + i + ");";
}
temp += "map.getInfoWindow();";
temp += "map.closeInfoWindow();";
if (txtRoad_ID.Text == "ม.3001")
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(19.870705603320523,
98.76708984375), 11);";
}
else if (txtRoad_ID.Text == "ม.3002")
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(19.5174046951826,
98.88484954833984), 13);";
}
else if (txtRoad_ID.Text == "ม.3003")
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(18.430189129984047,
98.66374969482422), 14);";
}
else if (txtRoad_ID.Text == "ม.3004")
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(19.868445413099724,
99.06766891479492), 13);";
}
else if (txtRoad_ID.Text == "ม.3005")
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(18.948505219294265,
99.07127380371094), 12);";
}
else
{
    temp += "map.setCenter(new GLatLng(21.20745873048264,
77.2119140625), 5);";
}

temp += "</script>";
lblTemp.Text = temp;

```

ตัวอย่าง Code ในการนำไฟล์ KML มา Overlay บน Google Map

```

string temp = "";

temp = "<script language='javascript'
type='text/javascript'>";
temp += "document.getElementById('mapp').style.display='';";
temp += "var map = new
GMap2(document.getElementById('mapp'))";
temp += "map.setCenter(new GLatLng(14.647368383896632,
101.513671875), 5);";
temp += "map.setUIToDefault();";
if (txtRoad_ID.Text == "จม.3001")
{
temp += "geoXml = new GGeoXml('/CM3001.kml');";
temp += "map.addOverlay(geoXml);";
}
if (txtRoad_ID.Text == "จม.3002")
{
temp += "geoXml = new GGeoXml('/CM3002.kml');";
temp += "map.addOverlay(geoXml);";
}
if (txtRoad_ID.Text == "จม.3003")
{
temp += "geoXml = new GGeoXml('/CM3003.kml');";
temp += "map.addOverlay(geoXml);";
}
if (txtRoad_ID.Text == "จม.3004")
{
temp += "geoXml = new GGeoXml('/CM3004.kml');";
temp += "map.addOverlay(geoXml);";
}
if (txtRoad_ID.Text == "จม.3005")
{
temp += "geoXml = new GGeoXml('/CM3005.kml');";
temp += "map.addOverlay(geoXml);";
}
temp += "</script>";
lblTemp.Text = temp;

```

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายปิยนิตย์ มะลิทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 12 ตุลาคม 2526
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2548 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-