บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของงานบำรุงทาง มีการศึกษาวิจัยมากในทางหลวงที่มีจุดประสงค์เพื่อเชื่อมต่อจุดสำคัญพื้นที่เศรษฐกิจ โดยคำนึงถึงผลตอบแทนทางด้านเศรษฐกิจและความเหมาะสมกับปริมาณจราจร ส่วนการศึกษาการประเมินสภาพทางหลวงที่ก่อสร้างเพื่อมุ่งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของราษฎรในชนบท ซึ่งเป็นจุดประสงค์ของทางหลวงชนบทยังมีการศึกษาไม่แพร่หลายมากนัก ในบทนี้จึงกล่าวถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนผิวทางลาดยางที่นำไปสู่วิธีการประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของถนนที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายหน่วยงาน

2.1 แนวความคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความเสียหายของผิวทางลาดยาง

ความเสียหายของถนนผิวทางลาดยางได้มีหลายหน่วยงานกำหนดลักษณะความเสียหายและวิธีการแก้ไขเพื่อใช้ในการบริหารจัดการ เพราะความเสียหายหรือความเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏให้เห็นบนผิวทาง บางชนิดเกิดจากความแข็งแรงของโครงสร้างทางไม่เพียงพอทำให้น้ำหนักรถทำลายโครงสร้างทางได้ และความเสียหายบางชนิดก็ไม่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้าง แต่ความเสียหายทุกชนิดที่ปรากฏบนผิวทางจะมีผลต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ยวดยาน ความปลอดภัย และความแข็งแรงของโครงสร้างทางทั้งทางตรงและทางอ้อม ในการศึกษาพบว่า มีหน่วยงานที่กำหนดประเภทความเสียหายของถนนที่มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายอยู่ 3 หน่วยงานคือ The Asphalt Institute (1983), The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO,1976) และ US Army Corps of Engineers (1997)

2.1.1 The Asphalt Institute

การออกแบบถนนผิวทางลาดยาง (Flexible Pavement) ของหน่วยงานทางในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่ เช่น กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ ใช้วิธีของ The Asphalt Institute ซึ่งเป็นหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมาเป็นระยะเวลานาน ทางด้านความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผิวทางหน่วยงานนี้ได้แบ่งเป็น 4 ประเภทใหญ่ คือรอยแตก การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง การลื่นไถลและการหลุดร่อน โดยมีการกำหนดดังนี้

1. รอยแตก (Cracks) เป็นรอยแตกซึ่งเกิดบนส่วนต่าง ๆ ของผิวทางโดยมีขนาดของรอยแตกและลักษณะการแตกที่แตกต่างกัน แบ่งกลุ่มได้ 6 ประเภท คือ รอยแตกหนังจรเข้ (Alligator Cracks) รอยแตกตามแนวขอบ (Edge Cracks) รอยแตกตามแนวต่อ (Joint Cracks) รอยแตกที่เกิดจากการแอ่นตัว (Reflection Cracks) รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Cracks) และรอยแตกจากการเลื่อนตัวของผิวทาง (Slippage Cracks)

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Distortion) เป็นความเสียหายลักษณะที่ผิวทางเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจากเดิม อาจเกิดจากการบดอัดขณะก่อสร้างผิวทางไม่เพียงพอหรือวัสดุที่ใช้ทำผิวทางละเอียดมากเกินไป รวมถึงการบวมตัวของชั้นโครงสร้างใต้ผิวทาง The Asphalt Institute ได้กำหนดแยกประเภทของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไว้ 5 ประเภทคือ ร่องล้อ (Rutting) คลื่นลูกระนาด (Corrugation) ยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression) บวมตัว (Upheaval or Swell) และรอยปะซ่อม (Utility Cut Depression)

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

4. การหลุดร่อน (Disintegration) ความเสียหายที่พบโดยทั่วไปคือผิวทางถูกทำให้แตกแยกออกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยไม่จับติดกัน หากไม่ได้รับการแก้ไขในระยะแรกอย่างทันท่วงทีแล้วมันจะแผ่กระจายออกไปทำให้เสียหายทั่วทั้งผิวทางได้ ความเสียหายแบบนี้ในระยะเริ่มแรกมักพบมีอยู่ 2 อย่างคือ หลุมบ่อ (Pot Holes) และผิวทางหลุดร่อน (Raveling)

ความเสียหายของผิวทางแต่ละลักษณะ The Asphalt Institute ได้แนะนำวิธีการแก้ไขไว้ และในกระบวนการประเมินสภาพทางได้ให้น้ำหนักความสำคัญของความเสียหายเพื่อประกอบการประเมินเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มแรกความเสียหายที่มีความสำคัญมากได้แก่ รอยแตกหนังจรเข้ ร่องล้อ หลุมบ่อ คลื่นลูกระนาด และผิวทางมียางเยิ้ม กลุ่มที่สองมีความสำคัญรองลงมาได้แก่ รอยแตกตามแนวขอบ รอยแตกจากการหดตัว หลุดร่อน และผิวทางลื่น

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

AASHTO (1976) เป็นหน่วยงานของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดรูปแบบความเสียหายของถนนผิวทางลาดยางไว้ 8 ประเภท ประกอบด้วย

1. ร่องล้อ (Wheelruts) เป็นความเสียหายที่เกิดจากการกระทำซ้ำ ๆ กันต่อผิวทางตามแนวยาวที่ล้อรถวิ่งผ่าน มักมีความกว้างเท่ากับความกว้างของล้อรถ จะมีอันตรายมากเมื่อใช้ความเร็วสูงในการขับขี่ดังนั้นได้แนะนำว่าควรดำเนินการแก้ไขก่อนที่จะเกิดอุบัติภัย

2. หลุมบ่อ (Potholes) เป็นความเสียหายที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่จากการแตกตัวของผิวทางต้องดำเนินการแก้ไขกลบหลุมให้เรียบร้อยทันทีเมื่อตรวจสอบพบ

3. รอยแตก (Cracks) ความเสียหายรอยแตก ได้แบ่งย่อยตามสาเหตุเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยรอยแตกเนื่องจากโครงสร้างทางไม่แข็งแรง (Structural Weakness Cracks) สาเหตุปัญหาชั้นโครงสร้างทาง ได้แก่ รอยแตกจากการแอ่นตัว (Reflection Cracks) รอยแตกตามขวาง (Edge Cracks) และรอยแตกหนังจรเข้ (Alligator Cracking) กลุ่มที่ 2 คือ รอยแตกจากการหดตัว (Shrinkage Cracks) ของวัสดุ

4. ลูกระนาด (Corrugations) มีลักษณะเป็นลอนคล้ายลูกคลื่นตามแนวขวางของผิวทางสาเหตุความเสียหายเกิดจากปริมาณจราจรกระทำต่อแอสฟัลท์ติกคอนกรีตที่มีส่วนผสมมวลรวมละเอียดอยู่สูง ความเสียหายแบบนี้มีผลให้การขับขี่ไม่สะดวกสบายสั่นสะเทือนเมื่อวิ่งผ่านและอาจเป็นอันตรายได้หากปล่อยทิ้งไว้ไม่แก้ไข ในบางสายทางที่กำหนดให้ความเร็วสูงหากมีลูกระนาดช่วงยาว 15 – 30 เมตร และความสูงของลูกคลื่นมากกว่า 2.54 เซนติเมตร ต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อป้องกันอันตราย แต่ในสายทางที่กำหนดความเร็วต่ำกว่า 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงอาจปรับปรุงเมื่อความสูงของลูกคลื่นมากกว่า 5.02 เซนติเมตร

5. ผิวทางมียางเยิ้ม (Flushing or Bleeding) สาเหตุที่ผิวทางมียางเยิ้มเนื่องจากปริมาณยางในส่วนผสมของแอสฟัลติกคอนกรีตมีมากเกินไป เมื่อมีน้ำหนักบรรทุกบดอัดทำให้เกิดยางเยิ้มที่ผิวหน้า มักพบในพื้นที่อากาศร้อนต้องแก้ไข มิฉะนั้นอาจทำให้ผิวทางลื่นเป็นอันตรายต่อการจราจรได้

6. ผิวทางลื่น (Polished Aggregate) เป็นความเสียหายที่เกิดการจราจรขัดผิวหน้าของวัสดุมวลรวมทำให้เรียบ หรือวัสดุมวลรวมที่นำมาใช้ผสมเรียบกลมหรือไม่แข็งแรงพอทำให้ทนการขัดสีไม่เพียงพอ จะมีอันตรายเมื่อผิวทางเปียก ควรต้องรีบแก้ไขให้ผิวทางมีความฝืดก่อนฤดูฝน

7. ผิวทางหลุดร่อน (Raveling) ลักษณะความเสียหายเป็นการกระจายของวัสดุผิวหน้าออกไป สาเหตุมักเกิดจากการก่อสร้างไม่เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่ เช่น บดอัดไม่เพียงพอ ปริมาณยางในส่วนผสมแอสฟัลติกคอนกรีตน้อยเกินไป ขณะทำงานอากาศชื้นเปียกหรือความร้อนของส่วนผสมแอสฟัลท์ติกมากเกินไปทำให้การยึดเกาะไม่ดีเมื่อมีการจราจรทำให้หลุดร่อนได้ ควรแก้ไขด้วยการฉาบผิวในถนนที่มีปริมาณจราจรไม่หนาแน่นหรือใช้ความเร็วสูงมาก แต่ถ้ามีปริมาณจราจรมากและใช้ความเร็วสูง ควรเสริมผิว (Overlay) ก่อนที่ความเสียหายจะขยายตัว

8. ทรุดตัวและปูดนูน (Settlements and Upheavals) เกิดจากความชื้นในชั้นโครงสร้างทางมากเกินไป ทำให้เกิดการทรุดตัวหรือปูดนูนของชั้นโครงสร้างทาง รวมถึงตำแหน่งที่วางระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ลอดใต้ถนนแล้วการบดอัดไม่ดีทำให้บริเวณนั้นทรุดตัวต่างจากระดับอื่น

2.1.3 Us Army Corps of Engineers

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

ระดับความรุนแรงของความเสียหายกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ ระดับรุนแรงน้อย (Low) หมายถึง ความเสียหายที่เกิดขึ้นทำให้การขับขี่สั่นสะเทือนบ้าง เช่น คลื่นลูกระนาดแต่ไม่ต้องลดระดับความเร็วเพื่อความปลอดภัย หรือผิวทางทรุดทำให้รถกระโดดเล็กน้อยแต่ไม่กระทบต่อความสะดวกสบายในการขับขี่ ระดับรุนแรงปานกลาง (Medium) หมายถึง ความเสียหายที่ทำให้เกิดการขับขี่สั่นสะเทือน ต้องลดความเร็วบ้างเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและสะดวกสบาย และระดับ

รุนแรงสูง (High) หมายถึง ความเสียหายที่ทำให้การขับขี่สั่นสะเทือนมากต้องลดความเร็วเพื่อให้เกิดความปลอดภัยและสะดวกสบาย หรืออาจทำให้เกิดความเสียหายต่อยานพาหนะได้

2.1.4 ความสำคัญของความเสียหายแต่ละประเภท

ความเสียหายแต่ละประเภทมีผลกระทบต่อสภาพผิวทางที่แตกต่างกัน เช่น ผิวทางหลุดร่อน (Raveling) มีผลกระทบต่อการจราจรน้อยกว่าผิวทางเสียหายเป็นหลุมบ่อ (Potholes) ดังนั้นการจัดลำดับความสำคัญหรือให้หาค่าน้ำหนักของความเสียหายแต่ละประเภทจึงควรมีค่าแตกต่างกัน

Shahin และ Kohn (1981) ได้ศึกษาลักษณะความเสียหายของผิวทางลาดยาง และกำหนดความสำคัญของความเสียหายแต่ละประเภทเพื่อใช้ในการประเมินสภาพทาง แสดงในรูปของค่า Deduct Value ความเสียหายที่มีค่า Deduct Value สูง แสดงถึงระดับความรุนแรงมากทำให้ดรรชนีสภาพทาง (Pavement Condition Index) มีค่าต่ำ คุณภาพทางได้รับการยอมรับน้อยกว่าสายทางที่ดรรชนีสภาพทางสูง ซึ่งค่าระดับความรุนแรงในรูป Deduct Value และร้อยละพื้นที่ที่ยอมให้จากการศึกษาแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่า Deduct Value ของประเภทความเสียหาย

ลำดับความสำคัญ	ประเภทความเสียหาย	ร้อยละ	ค่า Deduct Value
1.	หลุมบ่อ	8	100
2.	รอยปะซ่อม	50	80
3.	รอยแตกหนังจรเข้	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 2.2 โดยความเสียหายแบบหลุมบ่อมีความสำคัญมากที่สุดและยอมให้เกิดได้ไม่เกินร้อยละ 1ของพื้นที่ผิวทาง ส่วนรอยแตกหนังจรเข้ ร่องล้อ ยุบตัวเป็นแอ่ง รอยแตกตามแนวยาวหรือขวาง รอยปะซ่อม มีความสำคัญลดน้อยลงตามลำดับ

ตารางที่ 2.2 ความหนาแน่นที่ยอมให้ของความเสียหายแต่ละประเภท

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

หน่วยงาน The Asphalt Institute (1989) ได้กำหนดน้ำหนักความเสียหายไว้ในข้อแนะนำการให้คะแนนถนนที่มีความหนาแน่นของปริมาณจราจรน้อย (A Pavement Rating System for Low Volume Asphalt Road : IS – 169) แยกตามประเภทความเสียหาย แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักความสำคัญของความเสียหาย

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

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

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาพทาง

โดยทั่วไปทุกประเทศจะมีการประเมินสภาพทาง เพื่อใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการงานบำรุงทาง แต่อาจแตกต่างกันตามนโยบาย งบประมาณ วัตถุประสงค์ของแต่ละประเทศหรือองค์การท้องถิ่น ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยที่หน่วยงานและประเทศต่าง ๆ ใช้ประเมินสภาพทาง ซึ่งวิธีการที่กล่าวถึงมีหลายหน่วยงานนำวิธีการไปศึกษาพัฒนาให้เหมาะสมกับของแต่ละสภาพพื้นที่ของหน่วยงานนั้น

2.2.1 การประเมินสภาพทางของ The Asphalt Institute

The Asphalt Institute (1983) ได้ทำการศึกษาวิจัยด้านการบำรุงผิวทางลาดยาง และการประเมินสภาพทางไว้ดังนี้

ก. การบำรุงทางผิวทางลาดยาง

The Asphalt Institute ให้คำจำกัดความการบำรุงทางว่าเป็นงานประจำที่ต้องดูแลทางให้อยู่ในสภาพที่ดีเหมาะสมมีสภาพเสมือนก่อสร้างเสร็จ ภายใต้สถานภาพที่ปริมาณจราจรและน้ำหนักบรรทุกปกติ และแบ่งการบำรุงทางเป็น 3 งาน ประกอบด้วย งานบำรุงเพื่อป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นงานที่ทำเพื่อป้องกันไม่ให้ความเสียหายเกิดกับทางและลดความต้องการที่จะต้องบำรุงโครงสร้างหลัก งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) เป็นงานที่ทำประจำเพื่อให้ทางเปิดใช้บริการได้ตลอดเวลาและรักษาสภาพให้เสมือนก่อสร้างเสร็จ และงานบำรุงส่วนสำคัญ (Major Maintenance) เป็นงานซ่อมแซมฟื้นฟูสภาพทางให้มีสภาพใกล้เคียงกับก่อสร้างเสร็จ

ข. การประเมินสภาพทาง

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

1. การตรวจวัดความฝืดของผิวทาง

ความฝืดของผิวทางเป็นตัวช่วยให้ยานพาหนะที่วิ่งผ่านมีการยึดเกาะที่ดีทำให้เกิดความปลอดภัยในการขับขี่ แต่ในทางกลับกันความฝืดของผิวทางเป็นตัวทำให้ความเร็วของยานพาหนะลดลงหรือวิ่งได้ช้ากว่าถนนที่มีผิวทางเรียบ ดังนั้นจึงมีหลายหน่วยงานบันทึกค่าความฝืดของผิวทางเพื่อพิจารณาในส่วนความปลอดภัยของถนนเท่านั้น และเครื่องมือที่ใช้วัดมีอยู่หลายชนิด เช่น เครื่องมือ Lock – Wheel Skid Trailer ตาม ASTM – E 274 เป็นต้น

2. คุณภาพการขับขี่

การประเมินคุณภาพการขับขี่เริ่มต้นมีวิธีการประเมินโดยให้กลุ่มผู้ใช้เส้นทางขับขี่ไปบนถนนเพื่อให้คะแนนความสะดวกสบายในการขับขี่ อันเป็นแนวความคิดของ Carey และ Irick (1960) ที่เสนอว่าถนนดีมากน้อยอย่างไรต้องมาจากความคิดเห็นของผู้ใช้ถนน ต่อมา AASHTO พัฒนาระบบการให้คะแนนจากแนวความคิดดังกล่าวกำหนดช่วงคะแนนจาก 1 – 5 โดยคะแนนที่ 1 หมายความว่าสภาพทางอยู่ในระดับคุณภาพไม่ดี และคะแนนที่ 5 หมายถึงคุณภาพทางดีมาก จากกระบวนการนี้ผลที่ได้เรียกว่าเป็นการประเมินสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Rating: PSR) ซึ่งมีบางหน่วยงานนำหลักการไปใช้โดยปรับเพิ่มช่วงคะแนนให้เป็นคะแนน 0 – 100 เพื่อให้มีตัวเลือกคะแนนมากขึ้น และสะดวกในการจัดลำดับผลการประเมินสภาพทางด้วย PSR วิศวกรบำรุงทางจะใช้เป็นองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการตัดสินใจดำเนินการหรือชะลอโครงการบำรุงทาง แต่การประเมินด้วยวิธีนี้ขึ้นอยู่กับตัวบุคคล (Subjective Measurement) ทำให้มีการคลาดเคลื่อนได้ ต่อมาจึงมีการพัฒนานำเครื่องมือในการตรวจวัด โดยเปรียบเทียบกับค่า PSR เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากผู้ประเมิน เรียกว่าค่าดรรชนีสภาพบริการของทาง (Present Serviceability Index : PSI) อยู่ในรูปสมการที่ 2.1

$$PSI = 5.03 - 1.91 \log (1+SV) - 0.01 \sqrt{C + P} - 1.38 (RD)^2 \qquad (2.1)$$

โดยที่ PSI = Present Serviceability Index

SV = Slope Variance by Slope Profilometer

C = Major Cracking (ft^2/1000 ft^2 of area)

P = Patching (ft^2/1000 ft^2 of area)

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

3. โครงสร้างทาง

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

2.2.2 การบริหารจัดการงานบำรุงทางของหน่วยงาน Transport and Road Research Laboratory (TRRL)

TRRL (ESCAP, 1987) เป็นหน่วยงานวิเคราะห์วิจัยเกี่ยวกับงานถนนที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายและมีการนำหลักการมาใช้ปฏิบัติในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย TRRL ได้มีการศึกษาวิจัยและกล่าวถึงปัญหาของงานบำรุงทางในประเทศที่กำลังพัฒนา ว่าปัญหาใหญ่เกิดจากถนนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อรองรับความต้องการในการคมนาคมและมีการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่าที่ออกแบบ ขณะที่ขาดการบำรุงรักษาทางที่สอดคล้องกับสถานภาพทาง หรือการบำรุงทางไม่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพราะงบประมาณจำกัด รวมไปถึงหน่วยงานบำรุงทางขาดการบริหารที่มีประสิทธิภาพ บุคลากรมีประสบการณ์ความชำนาญน้อยหรือไม่ลึกซึ้งถึงพื้นฐานงานบำรุงทางตามหลักการที่ว่าการป้องกันและลดความเสียหายที่เกิดขึ้นสามารถยืดอายุการใช้งาน และทำให้ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานน้อยสุด และสามารถเปิดการจราจรบนเส้นทางได้อย่างต่อเนื่อง โดย TRRL ได้เสนอวิธีการ แก้ไขและปรับปรุงงานบำรุงทางของประเทศที่กำลังพัฒนาเกี่ยวกับการประเมินสภาพไว้ดังนี้

1. การประเมินด้วยสายตา (Visual Assessment)

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

2. การวัดค่าแอ่นตัว (Use of Deflections)

การวัดค่าความแอ่นตัวของถนนเป็นดรรชนีชี้บอกถึงสภาพถนน โดยค่าความแอ่นตัวที่วัดจากสนามสูงต้องจัดลำดับให้มีความสำคัญกว่าเส้นทางที่มีค่าความแอ่นตัวน้อยกว่า ในบางครั้งจะนำผลการประเมินด้วยสายตาร่วมกับค่าความแอ่นตัวใช้ตัดสินใจบำรุงทาง

3. การวัดค่าความเรียบ (Roughness Measurement)

จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาความเรียบของถนนเป็นวิธีการจัดลำดับที่เหมาะสมสอดคล้องแนวความคิดที่ว่าสภาพถนนจะดีหรือแย่มากน้อยเพียงใดต้องมาจากความคิดเห็นและเป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ทาง (Serviceability) และโดยสัดส่วนตามสมการที่ 2.1 แล้วผลของ Slop Variance มีค่า 90% ของค่า PSI แสดงให้เห็นว่าดรรชนีสภาพบริการของทาง อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจหรือไม่ขึ้นอยู่กับความเรียบของผิวทาง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความเรียบ TRRL ได้เสนอให้ใช้ Vehicle Mounted Roughness Measuring Equipment ที่ตรวจวัดด้วยความเร็ว 32 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

2.2.3 การบำรุงทางในประเทศอุตสาหกรรม

ในกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมการลงทุนก่อสร้างเส้นทางคมนาคมเส้นใดเส้นหนึ่งนอกจากจะคำนึงทางด้านวิศวกรรมแล้ว โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจด้วย

ประเทศเยอรมัน

เยอรมันเป็นประเทศที่มีโครงสร้างเศรษฐกิจและสังคมที่มั่นคง ผลกระทบจากการคมนาคมล่าช้าจึงมีผลต่อระบบสูง จึงต้องวางแผนจัดการบำรุงทางอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจุดมุ่งหมายป้องกันไม่ให้ความเสียหายของเส้นทางคมนาคมมีผลกระทบทำให้การตกต่ำของระบบเศรษฐกิจ ดังนั้นในการลงทุนก่อสร้างเส้นทางจึงมีการรวมค่าใช้จ่ายการบำรุงทาง เครื่องจักรและอุปกรณ์งานบำรุงทางอยู่ในงบลงทุนด้วย และกำหนดวัตถุประสงค์ของงานบำรุงทางเพื่อให้มีประสิทธิภาพด้วยนโยบายให้ค่าบำรุงทางน้อยที่สุด โดยใช้การบำรุงแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อไม่ให้ความเสียหายลุกลาม และคำนึงถึงค่าใช้จ่ายผู้ใช้รถ (User Cost) เกิดขึ้นน้อยที่สุดด้วยการบำรุงทางให้อยู่ในสภาพดี ซึ่งจะส่งผลให้การเดินทางสะดวก รวดเร็ว ลดระยะเวลาการเดินทาง ลดค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง และลดต้นทุนการสูญเสียของเศรษฐกิจจากการเกิดอุบัติเหตุ ป้องกันผลกระทบต่อสภาวะสิ่งแวดล้อม ลดมลพิษ และพัฒนาบุคลากรให้เกิด

ประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้นเพื่อสนองนโยบายประเทศเยอรมันจึงใช้เกณฑ์ความเรียบ (Roughness) เป็นเกณฑ์หลักและพิจารณาร่วมกับต้นทุนสำหรับผู้ใช้เส้นทาง (Road User Cost) ในการบริหารงานบำรุงทาง

ประเทศฝรั่งเศส

ประเทศฝรั่งเศสมีนโยบายเกี่ยวกับงานบำรุงทางโดยมุ่งเน้นด้านเศรษฐศาสตร์เป็นนโยบายหลัก ดังนั้นการประเมินสภาพสายทางเพื่อบำรุงจึงควบคุมโดยความเรียบ (Roughness) เช่นเดียวกับประเทศอุตสาหกรรมอื่น ๆ มีการใช้เครื่องมือประเมินความเรียบของถนนที่เรียกว่า The Longitudinal Profile Analyses ตรวจวัดหาค่า UNI Value ที่มีช่วงคะแนน 0 – 90 คะแนน และองค์ประกอบการพิจารณาร่วมคือ ความเสียหายของทาง (Degradation) ที่ตรวจสอบได้จากความเสื่อมสภาพผิวทางในรูปการแตกร้าว (Cracking) การเสียรูป (Distortion) ความถี่ในการบำรุง (Maintenance Frequency) ปริมาณจราจร (Traffic) และ Thaw Barriers ซึ่งแต่ละเกณฑ์มีค่าน้ำหนักแตกต่างกันดังแสดงตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 น้ำหนักขององค์ประกอบการพิจารณาเพื่อบำรุงทางของประเทศฝรั่งเศส

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

ประเทศเดนมาร์ก

กระทรวงขนส่งของประเทศเดนมาร์กเป็นหน่วยงานกลางที่ดูแลจัดการบริหารระบบถนน (Pavement Management System: PMS) ให้ความสำคัญของการบำรุงทางว่า ต้องได้รับผลตอบแทนสูงสุดในการลงทุนเส้นทางและเหมาะสมกับงบประมาณที่มีการจำกัด ดังนั้นการประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางจึงเป็นสิ่งจำเป็น จึงมีการสำรวจสภาพทาง 2 สถานภาพประกอบการประเมินคือ การประเมินสภาพผิวทางและการประเมินสภาพโครงสร้างทาง

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

สภาพโครงสร้างทางมีการประเมินสภาพโครงสร้างทางว่าปัจจุบันรับกำลังได้เพียงใดเพื่อคาดการณ์สถานภาพทางในอนาคต การประเมินใช้วิธีเช่นเดียวกับการออกแบบถนนด้วย Analytical – Empirical Design เป็นการหาความสัมพันธ์ของ Stress และ Strain ของวัสดุโครงสร้างทางในแต่ละชั้น

นอกจากนั้นยังมีการข้อมูลเพิ่มเพื่อร่วมพิจารณากับสภาพผิวทางและโครงสร้างทาง ได้แก่ การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Condition) เกี่ยวกับลักษณะและปริมาณความเสียหายของผิวทาง นำผลที่ได้ทั้งหมดพิจารณา Benefit Cost Ratio เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทาง และกำหนดให้มีการบันทึกข้อมูลความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance) ไว้เป็นข้อมูลเพื่อความปลอดภัย

ประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นใช้ค่า Maintenance Control Index (MCI) ประเมินสภาพทางและตัดสินใจว่าต้องบำรุงด้วยวิธีการใด ซึ่งในกระบวนการพัฒนา MCI พื้นฐานเริ่มจากให้วิศวกรทางเดินสำรวจสภาพถนนเพื่อกำหนดคุณสมบัติความเสียหายที่มีผลต่อดรรชนีความสะดวกสบาย (Serviceability Index) ทำให้การประเมินมีความน่าเชื่อถือมากกว่าผู้ใช้ถนน จากนั้นนำผลการสำรวจความเสียหายมาพัฒนาวิเคราะห์โดยวิธี Multi - Regression ได้สมการดรรชนีสภาพทางดังสมการ 2.2 ถึง 2.4

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (2.2)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (2.3)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (2.4)$$

โดยที่ MCI_0 = ดรรชนีสภาพทางกรณีที่เกิดความเสียหายแบบร่องล้อและรอยแตก

MCI_1 = ดรรชนีสภาพกรณีที่เกิดความเสียหายเฉพาะรอยแตก

MCI_2 = ดรรชนีสภาพกรณีที่เกิดความเสียหายเฉพาะร่องล้อ

C = อัตราส่วนพื้นที่รอยแตก (%)

D = ความลึกของร่องล้อ (มม.)

จากผลคะแนน MCI แสดงถึงสภาพทาง และวิธีการบำรุงทาง ดังตารางที่ 2.5 และ 2.6

ตารางที่ 2.5 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

ตรางที่ 2.6 วิธีการบำรุงตามค่า MCI

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

2.2.4 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 และปัญหานี้

พบมากในประเทศกำลังพัฒนาและรุนแรงขึ้น กล่าวคือมีปริมาณจราจรเพิ่มที่ระดับสูงเกินกว่าที่ออกแบบไว้โดยเฉพาะการบรรทุกน้ำหนักเกินมักพบเป็นประจำ ดังนั้นการวางแผนการลงทุนด้านก่อสร้างถนนต้องวางแผนในระยะยาวและมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อใช้ในการบำรุงทางให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมประมาณปีละ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ของงบลงทุน แต่หากมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ การจัดการบริหารงานบำรุงทางจึงต้องมีวิธีการประเมินสภาพเพื่อจัดลำดับสายทางในการบำรุงรักษา (Road Maintenance Priority Rating) ให้เหมาะสม

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 Benklemen Beam และเครื่องมือวัดความเรียบ (Roughness Instrument)

ประเทศอินเดีย

ในประเทศอินเดียแบ่งประเภททางหลวงเป็นทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด ทางหลวงชนบทและในเมือง กำหนดวิธีการบำรุงทางตามข้อแนะนำของกระทรวงการขนส่ง (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) มีการประเมินสภาพทางเพื่อจัดกิจกรรมการบำรุงทางด้วยวิธีการสังเกตด้วยตา (Visual Observations) แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณของประเทศทำให้ไม่สามารถจัดสรรงบประมาณในการบำรุงทางให้อยู่ในสภาวะที่ใช้การได้ดีทุกสายทาง มีผลทำให้ช่องว่างของความแตกต่างระหว่างความต้องการกับงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดเพิ่มมากขึ้นทุกปี

ประเทศมาเลเซีย

การบำรุงและพัฒนางานทางในประเทศมาเลเซีย มีหน่วยงานรับผิดชอบทั้งระดับรัฐบาลกลางและท้องถิ่น มีการควบคุมระบบข้อมูลทางด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Integrated Computer Management System) ซึ่งเป็นแนวความคิดที่เหมาะสมกับการบำรุงทางและช่วยในการจัดลำดับความสำคัญของสายทางเพื่อบำรุงทางด้วย ส่วนด้านงบประมาณบำรุงทางประเทศมาเลเซียมีการเก็บภาษีจากผู้ใช้ถนน (Road User Taxes) โดยรัฐบาลกลาง และตั้งเป็นกองทุนจัดสรรให้ท้องถิ่นบำรุงดูแลรักษาถนน ดังนั้นการที่ผู้ใช้รถเสียภาษีเพื่อนำรายได้มาบำรุงทางให้อยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีเป็นแนวความคิดใหม่ ร่วมกับการจัดเก็บข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้ข้อมูลเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้เพื่อจัดการบริหารงานบำรุงทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรมทางหลวง (Department of Highways)

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

แนวทางที่ 1 บำรุงทางเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนและช่วยยืดอายุการให้บริการ

แนวทางที่ 2 บำรุงทางเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) เป็นการซ่อมบำรุงและปรับปรุงทางที่ชำรุดเสียหายให้กลับคืนสภาพ

แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณบำรุงทาง จึงมีการพิจารณาหาหลักเกณฑ์เพื่อจัดลำดับความเร่งด่วนในงานบำรุงทางของทางหลวงแต่ละสายทางทั่วประเทศ ซึ่งหลักเกณฑ์การพิจารณาเพื่อประเมินสภาพทางในระดับทางหลวงจังหวัดมีขั้นตอนการพิจารณา 4 องค์ประกอบดังนี้

1. ความสามารถในการรับน้ำหนักของทาง (Deflection)

การพิจารณาความสามารถในการรับน้ำหนักของทางใช้ผลค่าความแอ่นตัว (Deflection) ซึ่งหมายถึงขนาดการยุบตัวของทางเมื่อรับน้ำหนักบรรทุกและส่วนที่ยุบตัวของทางจะคืนกลับ ที่เดิมเมื่อน้ำหนักที่มากระทำผ่านพ้นไป ผลจากการตรวจวัดค่าความแอ่นตัวสูงแสดงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างทางต่ำ และในทางกลับกันค่าความแอ่นตัวต่ำแสดงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างทางสูง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สภาพของผิวทาง (Surface Condition)

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

3. ปริมาณจราจร (Traffic Volume)

ปริมาณจราจรมีผลโดยตรงต่อโครงสร้างทาง ถนนที่รับปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันสูง จะเป็นดรรชนีแสดงถึงความต้องการในงานบำรุงทางที่มีความเร่งด่วนต้องบำรุงทางมากกว่าถนนที่ปริมาณจราจรน้อย การพิจารณาในส่วนนี้จึงอยู่ในรูปอัตราส่วนของปริมาณการจราจรปัจจุบัน (Volume) ต่อความสามารถในการรับปริมาณจราจรได้สูงสุด (Capacity) ของแต่ละเส้นทาง

4. ความฝืดของผิวทาง (Skid Resistance)

ความฝืดของผิวทางมีผลต่อความปลอดภัยในการจราจร เพราะถนนที่ลื่นมากอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นเมื่อผิวทางเปียกต้องดำเนินการปรับปรุงให้ดีขึ้น การตรวจใช้เครื่องมือวัดในรูปของความต้านทานต่อการลื่นไถลของผิวทางที่เปียก

จากองค์ประกอบทั้ง 4 ประการ มีองค์ประกอบที่นำมาพิจารณาเพื่อจัดลำดับบำรุงทางเพียง 3 ประการคือ Deflection Rating, Surface Evaluation Rating, Traffic Rating ส่วนความฝืดของผิวทางตรวจวัดบันทึกไว้เป็นส่วนความปลอดภัยเท่านั้น สมการที่ 2.5 ใช้ประมาณสภาพทาง เพื่อจัดทำลำดับความสำคัญในงานบำรุงทาง

$$R_p = 0.4\,R_d + 0.4\,R_s + 0.2\,R_t \qquad (2.5)$$

โดยที่ R_p = Pavement Rating Value

R_d = Deflection Rating

R_s = Surface Evaluation Rating

R_t = Traffic Rating

เมื่อได้ค่า R_p แล้วสามารถนำไปกำหนดวิธีการบำรุงที่เหมาะสมได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 วิธีการบำรุงตามค่า R_p

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

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 เป็นข้อมูลคุณภาพทาง ซึ่งในส่วนการจัดลำดับความสำคัญของสายทาง TPMS ให้พิจารณาจากสมการที่ 2.6

$$DRV = D\ (DWP \times bfA)\ (TWP \times bfB) \qquad (2.6)$$

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

เพื่อนำค่าความ หนาแน่นไปหาระดับความรุนแรงอยู่ในรูป DRV (Defect Rating Value) แยกตามแต่ละประเภท โดยความสำคัญของแต่ละความเสียหายแปรเปลี่ยนตามค่า DWP (Defect Weighting Percentage) ซึ่งในส่วนนี้เป็นข้อมูลการพัฒนาของประเทศอังกฤษ จากนั้นจึงพิจารณาค่า DRV ของแต่ละประเภทความเสียหายเลือกค่าที่มีผลเปอร์เซ็นต์สูงสุดของช่วงประเมินเป็นค่า PV (Priority Value) ของช่วงสายทางนั้นนำไปเปรียบเทียบเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางอื่น สายทางที่มีค่า PV สูงคือสายทางที่มีความเสียหายมาก ควรรีบดำเนินการซ่อมบำรุงตามวิธีการที่ TPMS เสนอไว้

อย่างไรก็ตามการประเมินสภาพตาม TPMS ในช่วงระยะเริ่มแรกยังไม่มีการพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ กรมทางหลวงจึงได้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง และปรับวัตถุประสงค์ของการบำรุงทางว่าสภาพบริการต้องเป็นที่พึงพอใจของผู้ใช้เส้นทาง และเหมาะสมทางด้านเชิงเศรษฐศาสตร์ในรูปของ Net Present Value (NPV) หรือ Benefit Cost Ratio ในส่วนของสภาพการให้บริการโดยใช้เกณฑ์ระดับของความเรียบเป็นตัวกำหนด (Roughness Intervention Level) มีการนำเครื่องมือที่เรียกว่า Bump Integrator เพื่อใช้วัด Roughness ได้ผลในรูปค่า International Road Roughness: IRI มีหน่วยเป็น ม./กม. หรือ มม./ม. ตามมาตรฐานของธนาคารโลก (World Bank) และนำผลของ ค่า IRI มาปรับแก้เทียบกับ PSI ของ AASHTO ตามสมการที่ 2.7

$$IRI = 5.5 \ln \left[\frac{5.0}{PSI} \right] \pm 25\% \qquad (2.7)$$

ผลจากการตรวจสอบความเรียบของถนนด้วยเครื่องมือ Bump Integrator ที่ใช้ในการประเมินสภาพทาง เพื่อจัดลำดับความสำคัญในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 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

กรมโยธาธิการ (Department of Public Works)

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

1. งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) เป็นงานบำรุงที่กระทำเป็นประจำ และต้องรีบดำเนินการโดยทันทีที่เมื่อตรวจพบความเสียหายเพื่อป้องกันไม่ให้ลุกลาม อีกทั้งให้อยู่ในสภาพขับขี่ได้อย่างปลอดภัย

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 ซ่อมทางที่ถูกอุทกภัย เพื่อให้เปิดการจราจรได้โดยเร็ว แล้วจึงซ่อมแซมให้คืนสู่สภาพที่เหมาะสมภายหลัง

การวางแผนงานบำรุงทางงานทางหลวงชนบทของกรมโยธาธิการ มีวิธีการจัดลำดับสายทางเพื่อบำรุงทางด้วยการสำรวจโดยเจ้าหน้าที่ภาคสนามของศูนย์บำรุงรักษาทาง ตรวจสอบสภาพทางตามที่มองเห็น (Visual Measurement) แล้วบันทึกความเสียหายในรูปแบบวิธีการแก้ไข เช่น แก้ไขด้วยวิธี Deep Patch หรือ Skin Patch แล้วมอบให้หัวหน้าศูนย์บำรุงรักษาทางอาศัยประสบการณ์ตัดสินใจเลือกวิธีซ่อมบำรุง รวมถึงการจัดลำดับความสำคัญเบื้องต้นส่งผลให้ฝ่ายแผนงาน ของกองบูรณะและบำรุงรักษาตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ในขั้นตอนการดำเนินการประเมินสภาพทางเพื่อจัดลำดับความสำคัญของหน่วยงานกลาง มีการตรวจสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับความหนาแน่น (Density) ของความเสียหาย อายุการให้

บริการ ปริมาณจราจร ความสำคัญเฉพาะของสายทางและการให้คะแนนสายทางด้วยการเปรียบเทียบ จากวิธีการดังกล่าวนำผลการประเมินมาจัดสรรงบประมาณดำเนินการ โดยถนนที่มีความเสียหายหนาแน่นสูงจะจัดสรรงบประมาณให้ดำเนินการก่อน ส่วนอายุและปริมาณจราจรใช้เป็นข้อมูลช่วยแยกประเภทกิจกรรมงานบำรุง

งบประมาณในการบำรุงทางทั้งหมดรัฐบาลเป็นผู้จัดสรรให้ดำเนินการ แต่งบประมาณที่ได้รับไม่เป็นสัดส่วนกับถนนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ จึงทำให้การบำรุงทางในบางสายทางไม่สามารถบำรุงตามวิธีที่กำหนดได้ และบางสายทางงบประมาณบำรุงไม่เพียงพอส่งผลให้ความเสียหายลุกลามเพิ่มขึ้น เมื่อดำเนินการในปีต่อไปต้องใช้งบประมาณมากเกินกว่าที่ควรจะเป็น

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยในการประเมินสภาพทางของหลายหน่วยงานพบว่าแต่ละหน่วยงานมีข้อแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นวิธีการหรือจุดประสงค์ของการประเมิน ทำให้ผลลัพธ์ออกมาแตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างของหน่วยงานหลักได้สรุปผลแสดงตามตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 วิธีการประเมินสภาพทางและดรรชนีที่ใช้

หน่วยงาน	ดรรชนี	ความเห็นของการประเมิน	วิธีการประเมินและการตัดสินใจ
The Asphalt Institute	PSI (0 – 5)	ความสะดวกสบายในการขับขี่	เครื่องมือตรวจสอบ
AASHTO	PSR (0 – 100)	ความสะดวกสบายในการขับขี่	ผู้ใช้ถนน
ประเทศฝรั่งเศส	UNI Value (0 – 90)	ความเรียบ	เครื่องมือตรวจสอบ
ประเทศญี่ปุ่น	MCI (0 – 10)	ความจำเป็นในการซ่อมบำรุง	เครื่องมือตรวจสอบ
กรมทางหลวง	R_p (0 – 100)	ความเรียบ	เครื่องมือตรวจสอบและผู้ชำนาญการณ์
กรมโยธาธิการ	พื้นที่เสียหาย	ความเสียหายของโครงสร้างทาง	เครื่องมือตรวจสอบและผู้ชำนาญการณ์

2.2.5 การสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินสภาพทาง

การจัดการบริหารงานบำรุงทางในระดับโครงข่าย (Network) ต้องมีดรรชนีที่ใช้ชี้วัดว่าสายทางใดมีความสำคัญเร่งด่วน เพื่อประโยชน์สูงสุดในการใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งดรรชนีที่ใช้วัดนี้มีพารามิเตอร์ที่มีผลต่อสภาพทางหลายตัวประกอบกันขึ้น แต่ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในการจัดลำดับความสำคัญของสายทาง คือไม่มีค่ากำหนดที่แน่นอนที่ชี้วัดว่าถนนสายนั้นหมดสภาพ หรือผู้ใช้เส้นทางยอมรับ (Acceptability) สภาพทางที่ระดับใดหรือสภาพใดที่ไม่ยอมรับ ดังนั้นการสร้างแบบจำลองให้สัมพันธ์กับการยอมรับสภาพทาง เริ่มพื้นฐานจากความเห็นร่วมกันระหว่างวิศวกรงานทางกับผู้ใช้เส้นทาง เพื่อสร้างเป็นดรรชนีการให้คะแนน จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบทั่วไปที่มีผลต่อพฤติกรรมสภาพทาง ได้แก่ ความเรียบ (Roughness) ความเสียหายของผิวทาง (Surface distress) โครงสร้างทาง (Structure) และความฝืด (Skid resistance) ทั้งนี้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบขึ้นอยู่กับหน่วยงานที่ให้ความสำคัญแตกต่างกัน และวิธีการสร้างแบบจำลองในการวิเคราะห์ก็แตกต่างกันด้วย จากการศึกษาแบบจำลองประเมินสภาพทางของหน่วยงานต่าง ๆ มีวิธีการสร้างแบบจำลองดังนี้ (Zhang et al., 1993)

หน่วยงานทางของประเทศสวีเดน ใช้วิธีการสร้างระบบการให้คะแนนสายทางด้วยวิธี Unique sums โดยกำหนดให้แบ่งตัวแปรตามชนิดของวัสดุผิวทาง (Pavement Surface) การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Deformation) ในรูปของความเรียบ รอยแตกร้าว (Cracks) และความถี่ในการเข้าบำรุงปกติ แต่ละตัวแปรมีระดับที่บ่งชี้ถึงคุณภาพ และค่าระดับเป็นคะแนน จากนั้นรวบรวมคะแนนของแต่ละตัวแปรเป็นคะแนนสภาพสายทาง

หน่วยงานทางของมลรัฐเท็กซัส ใช้วิธี Utility Theory เพื่อพัฒนาการประเมินสภาพทาง มีพื้นฐานการสร้างแบบจำลองโดยสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้มีประสบการณ์ หรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานทาง ลักษณะงาน (Utility) ระดับของลักษณะงาน (Level) และค่าน้ำหนักความสำคัญของลักษณะงาน (Weighting) แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน จากนั้นผลรวมของตัวแปรเป็นดรรชนีคะแนนสายทางดังแสดงในสมการที่ 2.8 นำคะแนนของแต่ละสายทางมาเรียงเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทาง

$$PI = T_i U_i \qquad (2.8)$$

โดยที่ PI = ดรรชนีสายทาง

T_i = ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Weighting) ของลักษณะงาน

U_i = ค่าแสดงระดับของแต่ละลักษณะงาน (Utility Value)

หน่วยงานของมลรัฐเมน ประเมินสภาพทางด้วยการสร้างดรรชนีตามเทคนิควิธีเดลไฟ (Delphi) ซึ่งเป็นวิธีสัมภาษณ์ สอบถามความเห็นจากกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ ถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อการประเมินสภาพทางนำผลการสอบถามมาประมวลผล แล้วดำเนินการสอบถามกลับไปอีกครั้งที่มีความละเอียดมากขึ้นพร้อมทั้งควบคุมผลลัพธ์ของการสอบถาม จนสุดท้ายผลของเทคนิคเดลไฟ จะได้กลุ่มขององค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อการประเมินสภาพทางและเป็นองค์ประกอบที่กลุ่มผู้สำรวจมีความเห็นว่ามีผลกระทบต่อการใช้เส้นทาง จากนั้นนำผลไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง เทคนิควิธีนี้เป็นการสอบถามจากคนกลุ่มใหญ่ทำให้ข้อมูลที่ได้เป็นความเห็นหลากหลาย ดังนั้นในการประมวลผลเพื่อสอบถามในรอบต่อไป ต้องเสนอผลจากการสอบถามรอบแรกให้กลุ่มผู้ตอบได้ศึกษาข้อมูลเดิมประกอบการตอบแบบสอบถามในรอบต่อไป และหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้าระหว่างผู้ตอบเพื่อลดปัญหาการขัดแย้งรุนแรง

หน่วยงานของมลรัฐออตาริโอ ประเทศแคนาดา ได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลความเสียหายของถนน ตรวจพบว่ามีความเสียหายถึง 15 ประเภทและแต่ละประเภทมีความรุนแรงแบ่งได้ 5 ระดับ การพัฒนาแบบจำลอง ย่อมยุ่งยากเพราะมีข้อมูลมากยากต่อการวิเคราะห์โดยวิธีง่าย ๆ เพื่อให้สะดวกในการใช้งานอย่างรวดเร็ว จึงได้มีการนำการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) เพื่อลดจำนวนตัวแปรให้เป็นปัจจัยโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และหาน้ำหนักของตัวแปรใหม่แต่ละตัวเพื่อใช้สร้างแบบจำลองผลที่ได้ของการศึกษาวิเคราะห์ตัวประกอบวิจัยได้ 5 กลุ่มความเสียหาย คือ การแตกร้าวจากอุณหภูมิ การแตกร้าวตามแนวขอบ ผิวทางไม่แข็งแรง การแตกร้าวจากความล้า และการแตกร้าวด้วยสาเหตุอื่น แสดงผลในรูปของสมการที่ 2.9

$$S_{ki} = \sum_{j=1}^{n} (S_{kj} - Z_{ji}) \qquad (2.9)$$

โดยที่ S_{ki} = คะแนนปัจจัยจากปัจจัย k และข้อมูล i

S_{kj} = สัมประสิทธิ์คะแนน จากปัจจัย k และตัวแปร j

Z_{ji} = ค่าของตัวแปร j จากข้อมูล i

n = จำนวนตัวแปร

ในการวิเคราะห์ตัวประกอบจึงเหมาะกับกรณีที่ตัวแปรจำนวนมาก เพราะจำนวนปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์มีจำนวนน้อยกว่าการใช้ตัวแปรเดิม อีกทั้งยังเหมาะกับกรณีที่ตัวแปรที่สัมพันธ์กันหรือมี

ความร่วมกัน (communality) สูง นำมารวมเป็นปัจจัยเดียวกันทำให้ปัจจัยแต่ละปัจจัยมีความหมายมากขึ้น ในทางกลับกันถ้าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันน้อยการรวมกลุ่มจะสื่อความหมายที่ไม่ชัดเจนเช่นเดียวกัน

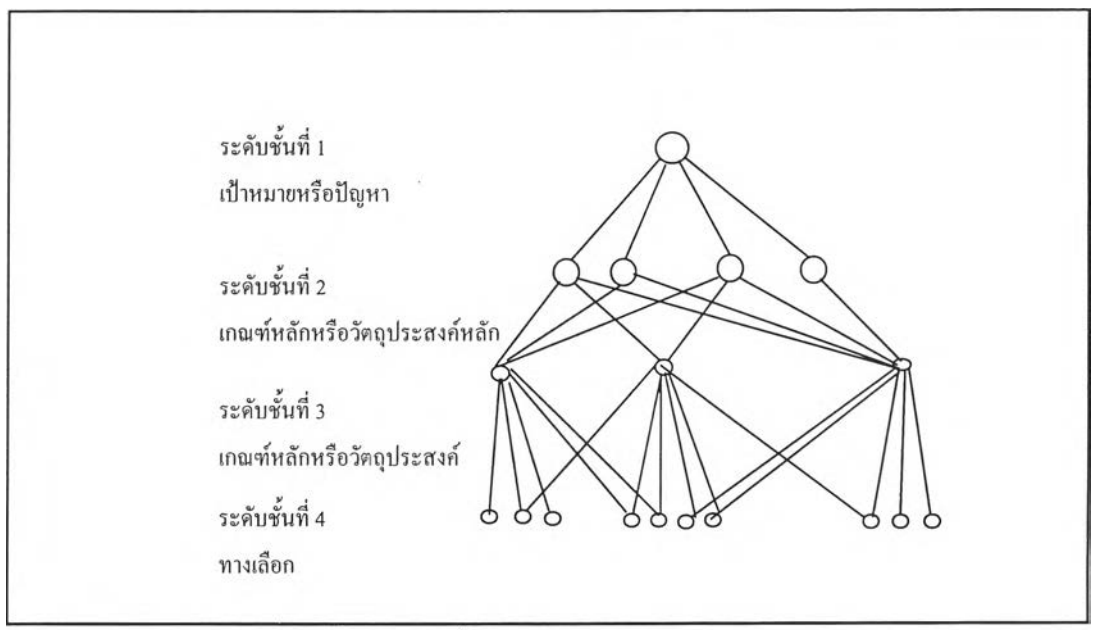
หน่วยงานวิเคราะห์วิจัยงานทางของมหาวิทยาลัยเท็กซัส ได้ศึกษาค้นคว้าพัฒนาการสร้างแบบจำลองเพื่อจัดลำดับความสำคัญของสายทางด้วย Fuzzy Sets Model ที่นำข้อมูลพื้นฐานจากการสำรวจของบุคคลที่มีความรู้และประสบการณ์งานสนามทางด้านวิศวกรรมการทาง เป็นผู้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของทางที่มีผลต่อการประเมิน ดังตัวอย่างการเก็บข้อมูลในด้านความเสียหาย (Distress) กำหนดให้ผู้ให้ข้อมูลเลือกว่ายอมรับ (Acceptable) ความเสียหายเป็นพื้นที่เท่าไรของผิวทาง และไม่ยอมรับ (Unacceptable) ที่ความเสียหายปริมาณเท่าใด จากนั้นใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) จัดการเกี่ยวกับข้อมูล ด้วยวิธีการวิเคราะห์วิธีนี้หน่วยงานสามารถเลือกระดับการยอมรับที่แตกต่างกันได้ ผลการยอมรับแสดงในเทอมของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวแปร จากการศึกษาพบว่าเทคนิควิธี Fuzzy Sets Model เหมาะกับการนำเสนอเกี่ยวกับความรู้ที่ไม่ค่อยชัดเจน แต่เป็นแนวคิดที่ยอมรับอย่างแพร่หลายและมีเหตุผล เช่น ไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจนว่าความแก่กับหนุ่ม หรือดีกับเลว แบ่งแยกกันที่ตำแหน่งใด ต้องมีการกำหนดในแต่ละกรณีและแต่ละการยอมรับของกลุ่ม

การสร้างแบบจำลองของหน่วยงานที่กล่าวข้างต้น จะพบหลากหลายวิธีแล้วแต่ความต้องการขององค์กร แต่โดยภาพรวมแล้วองค์ประกอบหลักคือ ต้องกำหนดขอบเขตตัวแปรที่มีผลกระทบต่อการประเมินสภาพทาง และความสำคัญของตัวแปรที่ตรงตามจุดประสงค์ขององค์กรที่แตกต่างกัน เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองประเมินสภาพทางให้เหมาะสมกับองค์กรนั้น

2.3 การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP)

หน่วยงานไม่ว่าจะเป็นเอกชนหรือราชการ จะต้องตัดสินใจดำเนินงานด้านต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ องค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจย่อมแตกต่างกัน การหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเพื่อสร้างแบบจำลองโดยมากอาศัยความรู้ทางสถิติและเศรษฐศาสตร์ แต่การตัดสินใจที่องค์ประกอบทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นองค์ประกอบรอง การตัดสินใจโดยบุคคลซึ่งเป็นนามธรรมจะแปรผันมีความสำคัญมากขึ้น และด้วยความแตกต่างของบุคคลมีความยุ่งยากซับซ้อนที่จะกำหนดวิธีการตัดสินใจให้เป็นมาตรฐาน จึงจำเป็นต้องมีวิธีการกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ใช้อย่างแพร่หลายคือนำคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยสร้างแบบจำลอง

Saaty (1980) ได้เสนอวิธีการสร้างแบบจำลองการตัดสินใจจากความเห็นของบุคคล ด้วยวิธี Analytic Hierarchy Process (AHP) ที่ยอมรับความแตกต่างหลากหลายความคิดเห็นของบุคคลนำมาพัฒนาเป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการตัดสินใจปัญหาที่ไม่คำนึงถึงผลทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นหลักสำคัญ วิธี AHP วิเคราะห์ปัญหาด้วยการนำองค์ประกอบของการตัดสินใจ ที่ได้จากความเห็นของกลุ่มผู้ตัดสินใจแบ่งตามระดับชั้นความสำคัญ และในแต่ละระดับแยกเป็นองค์ประกอบย่อยที่ค่าน้ำหนักความสำคัญแตกต่างกัน ซึ่งแผนภูมิวิธี AHP โดยทั่วไปแสดงได้ตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภูมิวิธี AHP

และวิธี AHP ใช้เมตริกซ์เป็นเครื่องมือในการหาค่าน้ำหนักของแต่ละองค์ประกอบด้วยการเปรียบเทียบองค์ประกอบทีละคู่ โดยมีกฎเฉพาะในการคำนวณค่าน้ำหนัก 2 ข้อคือ กฎข้อที่หนึ่ง ถ้าผลการเปรียบเทียบ (a_{ij}) เท่ากับค่า α จะทำให้ส่วนกลับของการเปรียบเทียบ (a_{ji}) เท่ากับผลต่างของค่า α มีค่าเท่ากับ $1/\alpha$ และกฎข้อที่สอง การเปรียบเทียบองค์ประกอบเดียวกันมีค่าเท่ากับหนึ่ง ตามกฎสองข้อนี้เมตริกซ์ A ปรากฏผลตามรูปที่ 2.2

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ & & \cdots & \\ & & \cdots & \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.2 เมตริกซ์ A ของวิธี AHP

ผลจากเมตริกซ์ A หาค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยได้ตามสมการที่ 2.10

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j \qquad (i = 1, 2, \ldots\ldots, n) \qquad (2.10)$$

โดยที่ w_i = ค่าน้ำหนักความสำคัญ

n = จำนวนองค์ประกอบ

a_{ij} = เมตริกซ์ A จากการเปรียบเทียบทีละคู่

การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้เป็นระบบการกำหนดความคิดนามธรรมให้เป็นเชิงรูปธรรม มีความยืดหยุ่นสามารถพัฒนาได้ตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป โดยไม่กระทบกับระบบรวม เหมาะกับองค์กรที่เริ่มพัฒนาระบบการตัดสินใจให้เป็นมาตรฐาน และใช้แบบจำลองช่วยการตัดสินใจพร้อมกับพัฒนาแบบจำลองตามช่วงเวลาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

2.4 บทสรุป

จากงานศึกษาวิจัยต่าง ๆ พบว่าวัตถุประสงค์ของการบำรุงทางของแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน ในประเทศอุตสาหกรรมมุ่งเน้นให้มีการขับขี่สะดวกรวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายผู้ใช้เส้นทาง และคุ้มค่าทางด้านเศรษฐกิจ ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนามีปัญหาข้อจำกัดของงบประมาณ และปริมาณจราจรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือมีการบรรทุกน้ำหนักเกิน ต้องมุ่งเน้นการซ่อมบำรุงถนนที่เสียหายให้อยู่ในสภาพใช้การได้อย่างปลอดภัย ส่วนความสะดวกในการขับขี่อาจเป็นเป้าหมายรอง ส่วนการจัดลำดับความสำคัญของสายทางเพื่อบริหารงานบำรุงทางก็มีความแตกต่างเช่นเดียวกันคือ ในประเทศพัฒนาแล้วมีการใช้เครื่องมือตรวจวัดที่แน่นอนเป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงเป็นการวางแผนงานบำรุงทางแบบเป็นรูปธรรม (Objective) ขณะที่ประเทศที่กำลังพัฒนาอาศัยประสบการณ์และประเมินจากสภาพที่มองเห็น ทำให้มาตรฐานงานเปลี่ยนแปลงตามบุคคลผู้ประเมิน (Subjective) ดังนั้นเพื่อการพัฒนางานบำรุงทาง แต่ละหน่วยงานควรมีแบบจำลองประเมินสภาพทางให้เหมาะสมกับข้อมูล บุคลากร วัตถุประสงค์ของหน่วยงาน และเพื่อมุ่งเน้นให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อประสิทธิภาพการบริหารงาน ซึ่งในการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินสภาพทางงานบำรุงทางหลวงชนบทที่มีข้อจำกัดด้านเครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน จำเป็นต้องอาศัยการนำผลการตรวจสอบสภาพความเสียหายเพื่อวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญร่วมกับการประเมินสภาพที่ยอมรับได้จากประสบการณ์วิศวกร เพื่อให้แบบจำลองสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะกล่าวในบทต่อไป