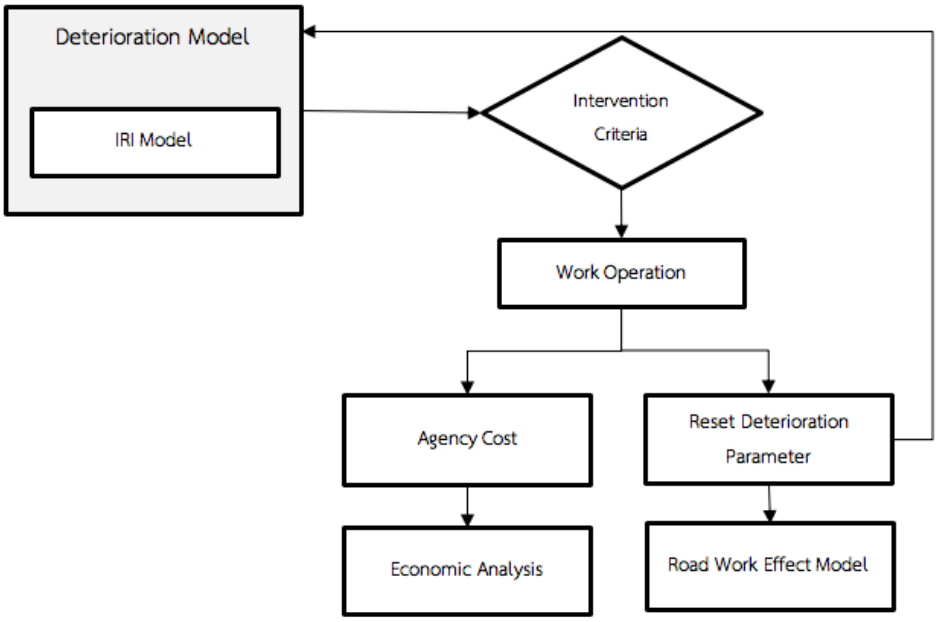
บทที่ 7
การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางหลวง

ที่ปรึกษาจะศึกษาและรวบรวม รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ของกรมทางหลวง เพื่อการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของผิวทางในระยะยาว (Long Term Pavement Performance) ของผิวทางลาดยาง ดังนี้

7.1 วิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง วิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model) จากข้อมูลการสำรวจทั้งหมดของกรมทางหลวง

แบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อม เป็นการศึกษาถึงสภาพสายทางผิวลาดยางหลังการซ่อมบำรุง ซึ่งวิธีการซ่อมบำรุงต่างกันจะส่งผลให้สภาพสายทางหลังการซ่อมมีความแตกต่างกัน สำหรับแบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมนี้ได้พัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในการวิเคราะห์แผนงบประมาณการซ่อมบำรุงทาง โดยมีความสัมพันธ์กับแบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทาง (Deterioration Model) และแบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effect Model) ดังรูปที่ 7-1 โดยที่ข้อมูลนำเข้า (Input Data) สำหรับแบบจำลองนี้ได้จากแบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทาง ความขรุขระ (Roughness) หลังจากที่ทราบสภาพความเสียหายของสายทาง ลำดับถัดมาคือการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจในการซ่อม เพื่อเลือกวิธีซ่อมที่เหมาะสมทั้งจากภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

เมื่อสามารถกำหนดเงื่อนไขการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงได้แล้ว จากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์สภาพสายทางหลังการซ่อม โดยที่วิธีการซ่อมแตกต่างกันจะส่งผลให้สภาพสายทางหลังการซ่อมดีขึ้นแตกต่างกัน จะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คือ สภาพสายทางหลังการซ่อม ซึ่งจะถูกนำไปใช้วิเคราะห์ในแบบจำลองการเสื่อมสภาพของสายทางในปีถัดไป และนำไปวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของผู้ใช้ทางในแบบจำลองผลกระทบต่อผู้ใช้ทาง สำหรับค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธีการซ่อม (Agency Cost) จะนำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Analysis) โดยเปรียบเทียบกับผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นหลังการซ่อมในลำดับต่อไป



รูปที่ 7-1 ความสัมพันธ์ระหว่างแบบจำลองผลกระทบจากมาตรฐานการซ่อมและแบบจำลองต่าง ๆ

ที่ปรึกษาจะศึกษาถึงแนวทางการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังได้รับการซ่อมบำรุง วิธีต่าง ๆ (Road Work Effect Model) โดยมุ่นเน้นที่วิธีการตามมาตรฐานงานทางของกรมทางหลวง โดยอาศัยข้อมูลการสำรวจค่าความเรียบผิวทาง อันได้แก่ข้อมูลการสำรวจดัชนีความขรุขระสากล (IRI) ที่ได้รับจากกรมทางหลวงร่วมกับประวัติการซ่อมบำรุง เพื่อให้ทราบถึงระยะเวลาหลังเปิดใช้งานสายทางหรืออายุผิวหลังการซ่อมบำรุง ทั้งนี้ ที่ปรึกษาจะรวบรวมข้อมูลดังกล่าว จากทั้งในส่วนของสำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักวิเคราะห์และตรวจสอบ กรมทางหลวง

โดยการวิเคราะห์ค่าความเรียบผิวทางภายหลังการซ่อมบำรุงกรมทางหลวงในปัจจุบัน ประกอบด้วยการซ่อมบำรุงใน 3 วิธีได้แก่ การฉาบผิว การเสริมผิว และการบูรณะผิวทางแบบหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ โดยที่ผ่านมาทางกรมทางหลวงได้ อ้างอิงหลักการจาก HDM โดย World Bank รวมกับข้อมูลประวัติการซ่อมในประเทศไทย ทำให้ได้แบบจำลองของการซ่อมแต่ละประเทศดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณค่า IRI หลังจากฉาบผิวทางลาดยางในระบบ TPMS โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$RI_a = RI_b - MAX\{0, MIN[A_0*(RI_b - 2.85), 0.06 * Hsl]\}$$

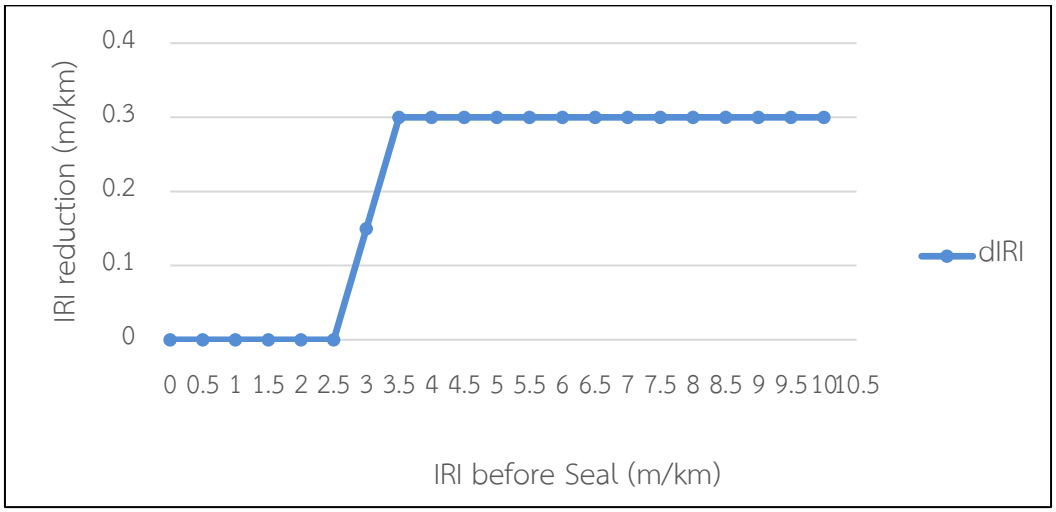
RI_a = IRI หลังการฉาบผิว (m/km)

RI_b = IRI ก่อนการฉาบผิว (m/km)

Hsl = ความหนาของการฉาบผิวl (mm)

A_0 = 1 ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)

ซึ่งเมื่อทำการสอบเทียบแบบจำลองในการคำนวณค่า IRI หลังจากการฉาบผิวทางลาดยาง พบว่าช่วงของค่า IRI ก่อนการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมในการเลือกวิธีการซ่อมแบบฉาบผิว คือ มากกว่า 2.5 m/km ขึ้นไปเนื่องจากส่งผลให้ค่า IRI หลังการซ่อมบำรุงลดลง ดังรูปที่ 7-2



รูปที่ 7-2 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า IRI เมื่อมีการฉาบผิว

2. แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณค่า IRI หลังจากเสริมผิวทางในระบบ TPMS ได้อ้างอิงจาก HDM-4 โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$\Delta RIa = \max\{0 , A_0[\min(a1,RIbw)-a2]+a3\max[0,(RIbw-a1)]\}$$

$$RIaw = RIbw - \Delta RIa$$

โดยที่

A_0 = 0.9 ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ (default)

$a1 = \max\{4.0 , 2.1\exp[0.019HSNEWaw]\}$

$a2 = 1 + 0.018\max[0 , (100-HSNEWaw)]$

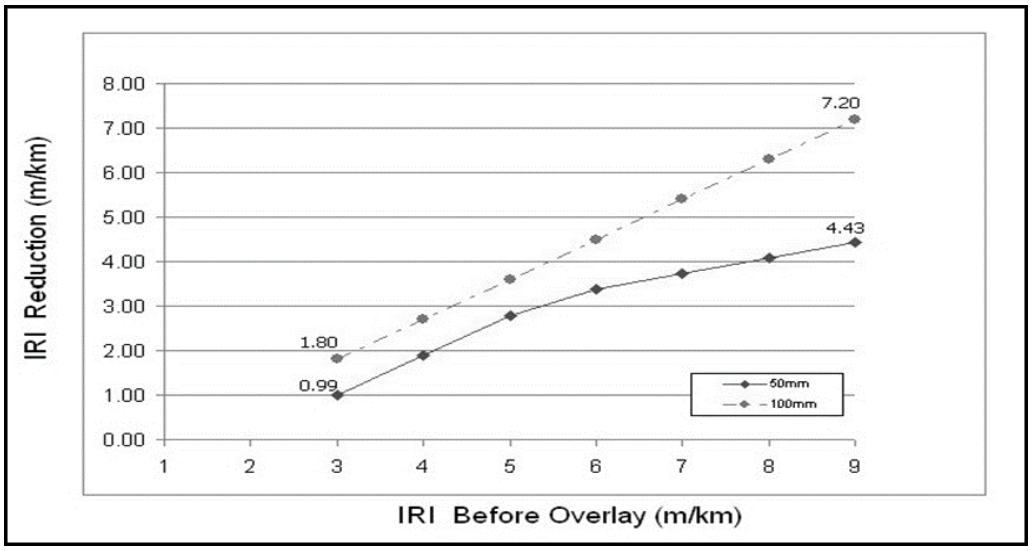
$a3 = \min\{ a0 , \max[0 , (0.01HSNEWaw- 0.15)]\}$

ΔRIa = การลดค่าของค่า IRI หลังการการเสริมผิวทาง

RIbw = ค่า IRI ก่อนการเสริมผิวทาง (m/km)

RIaw = ค่า IRI หลังการเสริมผิวทาง (m/km)

HSNEWaw = ความหนาของการเสริมผิวทาง (mm)



รูปที่ 7-3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า IRI เมื่อทำการซ่อมบำรุงด้วยวิธี Overlay

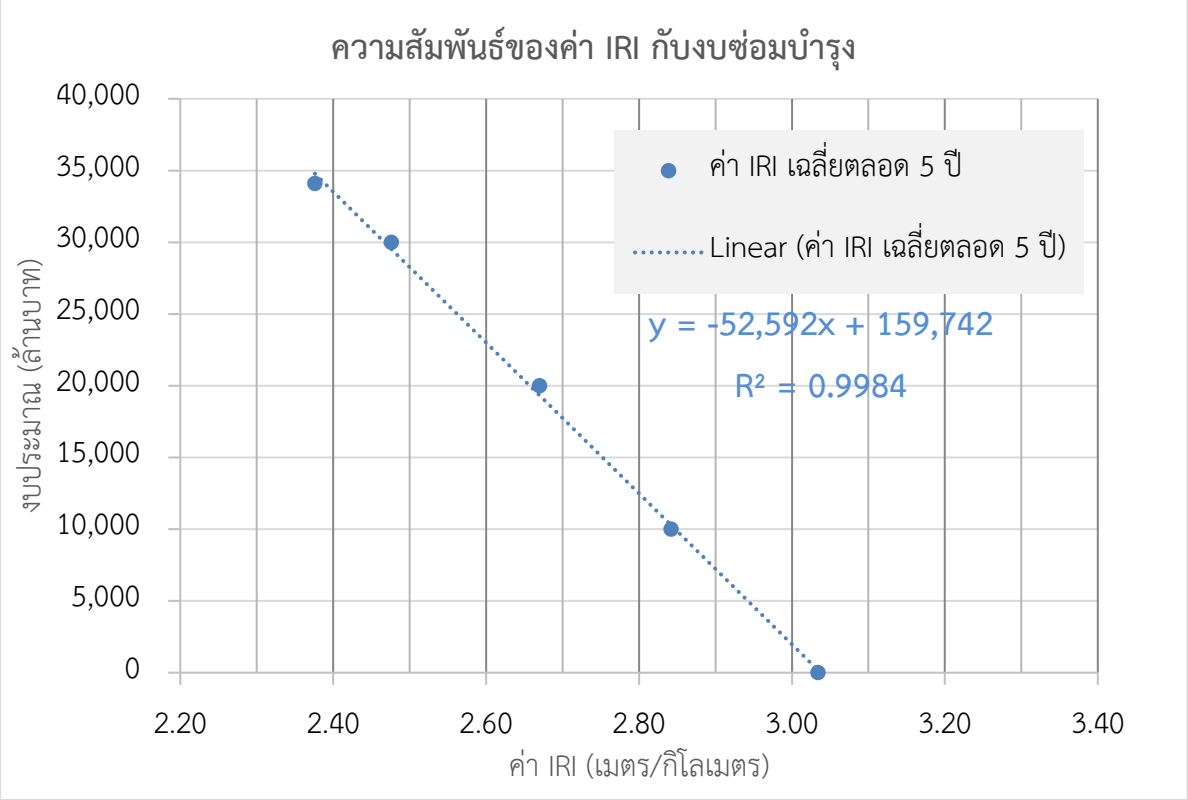
3. การซ่อมบำรุงด้วยการบูรณะผิวทางแบบหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ เป็นการรื้อซ่อมตั้งแต่ชั้นโครงสร้างทาง จากนั้นจึงลาดผิวทางใหม่ด้วยแอสฟัลต์ ดังนั้นค่า IRI หลังจากการซ่อมด้วยวิธีนี้จะมีค่าเทียบเท่ากับถนนใหม่ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลค่า IRI ของกรมทางหลวงพบว่าสายทางที่มีอายุการใช้งานมาแล้วประมาณ 1 ปี จะมีค่า IRI อยู่ที่ประมาณ 1.50 - 2.10 ดังนั้นการกำหนดค่า IRI หลังการซ่อมด้วยวิธีบูรณะผิวทางจึงกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 2.0 m/km

ทั้งนี้ในโครงการนี้ทางที่ปรึกษาจะทำการรวบรวมข้อมูลสำรวจทั้งหมดขอกรมทางหลวง รวมกับประวัติการซ่อมบำรุง เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองให้มีความถูกต้องเหมาะสมกับประเทศไทยและการใช้นำไปใช้งานของกรมทางหลวง

7.2 กำหนดวิธีการวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสม (Optimal Investment Plan) เพื่อบรรลุเป้าหมายการบำรุงรักษาทางหลวงระยะยาว

การวิเคราะห์วิธีการวิเคราะห์สัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสม (Optimal Investment Plan) เพื่อบรรลุเป้าหมายการบำรุงรักษาทางหลวงระยะยาว เพื่อใช้คำนวณหาสัดส่วนกรอบงบประมาณที่เหมาะสมสามารถดำเนินการโดยวิเคราะห์งบประมาณแผนงานซ่อมบำรุงเชิงกลยุทธ์แบบจำกัดงบประมาณ 5 ปี และวิเคราะห์เปรียบเทียบสภาพโครงข่ายในกรณีที่ได้รับงบประมาณที่แตกต่างกัน โดยอ้างอิงข้อมูลกับข้อมูล IRI ณ ปีที่ 5 และดำเนินการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล IRI และงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปีเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบงบประมาณ และสภาพทางที่เหมาะสม ยกตัวอย่างความสัมพันธ์ เช่น งบซ่อมบำรุง (ล้านบาท) = -52,592 x (ค่า IRI เป้าหมาย, เมตรต่อกิโลเมตร) + 159,742

ดังนั้น หากต้องการรักษาค่า IRI ของกรมทางหลวง ให้มีค่าเฉลี่ยตลอด 5 ปี เท่ากับ 2.745 เมตรต่อกิโลเมตร (เทียบเท่ากับการที่ถนนภายในโครงข่ายร้อยละ 86 มีค่า IRI น้อยกว่า 3.5 เมตรต่อกิโลเมตร) จะต้องใช้งบประมาณซ่อมบำรุงเฉลี่ยปีละ 15,324 ล้านบาท ตัวอย่างดังรูปที่ 7-4



รูปที่ 7-4 ความสัมพันธ์ระหว่าง IRI เฉลี่ย 5 ปี และงบซ่อมบำรุงจาก
การวิเคราะห์แบบกำหนดเป้าหมายงบประมาณ

นอกเหนือจากการเพื่อวิเคราะห์สัดส่วนกรอบงบประมาณที่เหมาะสมสำหรับแต่ละกิจกรรมบำรุงรักษาทางหลวง เช่น งานบำรุงตามกำหนดเวลา งานบำรุงพิเศษ และงานบูรณะทางหลวงสายหลัก ซึ่งจะนำไปสู่เป้าหมายของการบำรุงรักษาทางหลวงในระยะยาวได้ ที่ปรึกษาจะดำเนินการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในแต่ละกิจกรรมงาน โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลประโยชน์ที่ได้รับจากการซ่อมบำรุง ซึ่งคำนวณจากค่าใช้จ่ายผู้ใช้ทางที่ลดลงจากการซ่อมบำรุง และงบประมาณที่ใช้ในการซ่อมบำรุงในแต่ละกิจกรรม เบื้องต้นที่ปรึกษาได้ดำเนินการคำนวณโดยอาศัยผลการวิเคราะห์ที่ผ่านจาก สรุปได้ดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 ค่าเฉลี่ยของผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการซ่อมบำรุงโดยวิธีการต่างๆ

ลำดับที่	กิจกรรม	อัตราส่วนผลประโยชน์ต่องบประมาณในการซ่อมบำรุง (B/C ratio)
1.	งานซ่อมบำรุงปกติ	-
2.	งานฉาบผิว	0.14
3.	งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร	12.79
4.	งานเสริมผิวหนา 5 เซนติเมตร พร้อมการขูดผิว	13.60
5.	งานบำรุงพิเศษ หรือบูรณะ และปูผิวทางใหม่หนา 5 เซนติเมตร	5.32
6.	งานบำรุงพิเศษ หรือบูรณะ และปูผิวทางใหม่หนา 10 เซนติเมตร	18.10