

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการวิจัย

ทางเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ หลายหน่วยงานมีส่วนเกี่ยวข้องในการรับผิดชอบงานทาง เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท การทางพิเศษแห่งประเทศไทย องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น ซึ่งหลังจากมีการก่อสร้างและเปิดให้บริการแก่ผู้ใช้ทางแล้ว งานที่สำคัญในลำดับต่อมาคือ งานซ่อมบำรุงรักษาทางเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีและมีอายุการใช้งานที่ยืนยาว แต่เนื่องจากงบประมาณในการซ่อมบำรุงรักษาทางในหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะหน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลรักษาทาง ไม่ว่าจะเป็นกรมทางหลวงหรือกรมทางหลวงชนบท มีอยู่อย่างจำกัดและไม่เพียงพอต่อความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษาทางให้ครอบคลุมกับปริมาณความเสียหายของทางที่เกิดขึ้นในแต่ละปีได้ ดังนั้นทางหลวงที่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงเพียงพอจึงเกิดความเสียหายลุกลามมากขึ้นจนเกินกว่าที่จะซ่อมแซมได้ถึงขั้นที่จะต้องทำการบูรณะก่อสร้างใหม่ ในบางสายทาง ด้วยเหตุนี้กรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบทจึงได้พัฒนาระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาทาง (Pavement Management System: PMS) ขึ้นมาเพื่อช่วยในการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาทางหลวงให้มีประสิทธิภาพ องค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในระบบดังกล่าว คือ การที่สามารถรู้พฤติกรรมความเสียหายของทางและพยากรณ์สภาพความเสียหายของทางในอนาคตได้ ซึ่งต้องอาศัยการพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางขึ้นมาเพื่อสามารถพยากรณ์สภาพความเสียหายของทางภายใต้ลักษณะสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลงได้

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางลาดยางชนิดผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตซึ่งเป็นถนนส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยใช้วิธีกระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟและเลือกใช้ข้อมูลสายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองได้แก่ ค่าดัชนีความขรุขระสากล ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี สภาพความเสียหายของทาง และความแข็งแรงโครงสร้างทาง โดยเป็นข้อมูลที่สำรวจและเก็บรวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ.2543 เป็นต้นมา ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมานำมาคัดเลือกและตรวจสอบข้อมูล โดยพิจารณาสายทางที่มีการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล มีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมากกว่าหรือเท่ากับ 300 คัน/วัน และทราบสภาพความเสียหาย ส่วนการตรวจสอบข้อมูลได้ตรวจสอบสายทางที่จัดเก็บข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากล โดยเลือกสายทางที่ไม่มีการซ่อมบำรุงในระยะเวลาที่จัดเก็บ ซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความขรุขระสากลที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไป ส่วนสายทางที่มีค่าดัชนีความขรุขระสากลคงที่หรือลดลงเมื่อระยะเวลา

เปลี่ยนแปลงไป แสดงว่าสายทางนั้นได้รับการซ่อมบำรุงรักษาแล้ว จึงไม่นำมาพิจารณาในการพัฒนาแบบจำลอง

เมื่อคัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทาง ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองดังนี้ (1) จัดกลุ่มข้อมูลค่าดัชนีความขรุขระสากลตามปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อความเสียหายของทางทางในลักษณะต่างๆ (2) กำหนดช่วงของการเปลี่ยนสถานะ (3) คำนวณหาแมทริกซ์ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสถานะ (4) คำนวณค่าสถานะสภาพของผิวทางที่เวลาต่างๆ และ (5) คำนวณค่าดัชนีความขรุขระสากลที่เวลาต่างๆ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของทาง ซึ่งการทดสอบว่าปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อความเสียหายของทางที่รวบรวมมานั้น ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของทางหรือไม่ โดยการสร้างแบบจำลองที่จำแนกตามปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อความเสียหายของทางแต่ละปัจจัย เมื่อพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางโดยวิธีกระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นทดสอบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาว่ามีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด โดยการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ค่าดัชนีความขรุขระสากล กับค่าดัชนีความขรุขระสากลจริงในงาน และเปรียบเทียบกับผลการพยากรณ์ค่าดัชนีความขรุขระสากลด้วยแบบจำลองของ วีระชัย วงษ์วีระนิมิตร (2547) โดยได้แบ่งตามปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของทางออกเป็นกลุ่ม เช่นเดียวกับแบบจำลองที่พัฒนา ซึ่งผลการทดสอบแบบจำลองสรุปได้ว่าแบบจำลองโดยวิธีกระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟที่พิจารณาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพทั้ง 5 ปัจจัย สามารถพยากรณ์ค่าดัชนีความขรุขระสากลได้แม่นยำกว่าแบบจำลองที่พัฒนาในอดีต ซึ่งสาเหตุมาจากแบบจำลองในงานวิจัยนี้พิจารณาปัจจัยทางด้านความเสียหายของผิวทาง ซึ่งไม่มีการพิจารณาในแบบจำลองในอดีต โดยกลุ่มแบบจำลองสายทางภาคเหนือที่ไม่มี ความเสียหายเกิดขึ้นจะมีความแม่นยำมากที่สุด

จากการพัฒนาแบบจำลองทำนายการเสื่อมสภาพผิวทาง มีการสร้างสมมติฐานถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเสื่อมสภาพทาง ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่ตั้งสมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์ต่อการเสื่อมสภาพของผิวทางหรือไม่ จากการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยทางด้านความแข็งแรงโครงสร้าง ปริมาณการจราจร สภาพความเสียหายผิวทาง และสภาพแวดล้อม มีความสัมพันธ์ต่อการเสื่อมสภาพทางอย่างมีนัยสำคัญทั้งสิ้น สายทางที่มีความแข็งแรงสูงจะมีความเร็วในการเสื่อมสภาพทางน้อยที่สุดหากเปรียบเทียบกันระหว่างสายทางที่มีปริมาณการจราจรเท่ากัน ในขณะที่เดียวกันสายทางที่มีความแข็งแรงเท่ากันแต่มีปริมาณการจราจรไม่เท่ากัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบพบว่า สายทางที่มีปริมาณการจราจรสูงกว่าจะมีอัตราเร็วในการเสื่อมสภาพมากกว่าสายทางที่มีปริมาณการจราจรต่ำกว่า และปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมเป็นการ

เปรียบเทียบระหว่างสายทางในแต่ละพื้นที่ 4 ภูมิภาค เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมเป็นการพิจารณาความแตกต่างกันระหว่างอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนพร้อมๆ กัน แต่เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอในการวิเคราะห์ทั้ง 4 ภูมิภาค จึงเป็นงานวิจัยในอนาคตที่ควรทำเมื่อมีข้อมูลพร้อม งานวิจัยนี้สามารถจัดกลุ่มแบบจำลองได้ 4 กลุ่มด้วยกัน มีจำนวนทั้งหมด 19 แบบจำลอง

เมื่อทำการทดสอบแบบจำลองแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการนำแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางที่พัฒนาได้ไปประยุกต์ใช้กับระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาทาง ซึ่งแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางที่พัฒนาในงานวิจัยนี้เหมาะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในระดับโครงข่ายมากกว่าในระดับโครงการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรก เป็นการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงทาง โดยการพยากรณ์ค่าดัชนีความขรุขระสากลในสายทางที่ไม่ได้สำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลในปีนั้น ซึ่งการจัดลำดับความสำคัญของโครงการซ่อมบำรุงทาง พิจารณาจากค่าดัชนีความขรุขระสากลที่มีค่ามากจะได้รับการพิจารณาความสำคัญมากกว่าค่าดัชนีความขรุขระสากลน้อย แต่ต้องอาศัยปัจจัยอื่นมาวิเคราะห์ด้วย ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณจราจร ปริมาณ และชนิดความเสียหาย เป็นต้น ส่วนที่สอง การวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาทาง โดยใช้แบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางพยากรณ์ระยะเวลาที่ควรทำการซ่อมบำรุงทาง โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานของกรมทางหลวง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้ในการวางแผนการตัดสินใจของการซ่อมบำรุงและกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุงในอนาคตได้

## 6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

- (1) แบบจำลองที่พัฒนาในการวิจัยนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบจำลองในพื้นที่ภาคเหนือ สาเหตุเนื่องมาจากมีข้อมูลไม่เพียงพอในการพัฒนาแบบจำลองตามปัจจัยที่พิจารณาได้ครบทุกภูมิภาค ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในภูมิภาคต่างๆเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพผิวทางให้ดียิ่งขึ้น
- (2) แบบจำลองการเสื่อมสภาพของทาง มีสิ่งที่ควรระวังในการนำไปใช้งานเนื่องจาก รูปแบบการวิเคราะห์แบบจำลองการเสื่อมสภาพที่อาศัยความน่าจะเป็นและหลักการทางคณิตศาสตร์ในเชิงสถิติ โดยมีสมมติฐานว่าเป็นแบบจำลองกระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟแบบเอกพันธ์คือเป็นแบบจำลองที่มีความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะค่าคงที่ตลอดช่วงเวลาที่ยังพิจารณาในการวิเคราะห์ ซึ่งถ้าในอนาคตเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสภาพทาง โดยเป็นเหตุการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดขึ้น เช่น น้ำท่วม ภัยแล้ง เป็นต้น ค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ ค่าที่พยากรณ์ได้ก็อาจจะมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าปกติ

- (3) แบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางที่พัฒนาขึ้นมา ไม่สามารถพยากรณ์ลักษณะความเสียหายและปริมาณความเสียหายของทางที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ เนื่องจากค่าดัชนีความขรุขระสากลที่กำหนดให้เป็นตัวแทนสภาพความเสียหายของทางไม่สามารถบอกถึงลักษณะความเสียหายและปริมาณความเสียหายของทางได้ ดังนั้นควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพความเสียหายและปริมาณความเสียหายของผิวทาง เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองการเสื่อมสภาพของทางที่พัฒนาขึ้นมาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น