แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง

นายปวโรธร ไชยเพ็ชร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

WORK ESTIMATION MODEL FOR PAVEMENT ROUTINE MAINTENANCE

Mr. Pawarotorn Chaipetch

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง
โดย	นายปวโรธร ไชยเพ็ชร
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรพล สังข์โพธิ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปวโรธร ไชยเพ็ชร: แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง. (WORK ESTIMATION MODEL FOR PAVEMENT ROUTINE MAINTENANCE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล, 91 หน้า.

วิธีการประมาณงบประมาณประจำปีงานบำรุงปกติงานทางในปัจจุบัน ใช้ระยะทางเป็นปัจจัยหลักในการพิจารณา ทำให้งบประมาณที่ได้รับอาจไม่สอดคล้องกับความต้องการของแต่ละสายทาง วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอแบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง คลอบคลุมกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทาง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานบำรุงปกติผิวทางในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทปีงบประมาณ 2552 โดยครอบคลุมงานปะซ่อมผิวทางจำนวน 1,744 ตัวอย่าง และงานขุดซ่อมผิวทางจำนวน 1,408 ตัวอย่าง พบว่า อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทาง แต่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมีความสัมพันธ์เฉพาะปริมาณขุดซ่อมผิวทางเมื่ออายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่านั้น และจากการพัฒนาแบบจำลองโดยอาศัยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง พบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบให้ปริมาณงานบำรุงจากแบบจำลองมีความแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้พัฒนาแบบจำลองขึ้น 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองที่เหมาะสมกับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และแบบจำลองซึ่งเหมาะสมกับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม แต่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เป็นปัจจัยเพิ่มเติมสำหรับแบบจำลองขุดซ่อมผิวทางเมื่ออายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่านั้น นอกจากนี้แบบจำลองยังแบ่งกลุ่มตามอายุการใช้งานผิวทางออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี เพื่อให้สามารถใช้ประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางให้สอดคล้องกับอายุการใช้งาน สภาพพื้นที่และลักษณะการใช้งาน อันส่งผลให้การวางแผนงบประมาณบำรุงปกติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2553.....

5070343121: MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: PAVEMENT ROUTINE MAINTENANCE/ WORK ESTIMATION/ PAVEMENT PACTHCING/

PAWAROTORN CHAIPETCH: WORK ESTIMATION MODEL FOR PAVEMENT ROUTINE MAINTENANCE. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. WISANU SUBSOMPON, PH.D., 91 pp.

The annual budget consideration for road routine maintenance at present is mainly based on length of roads. As a result, the allocated budget may be insufficient or inappropriate for maintenance needs in each area. This research presents models for estimating work quantities of pavement routine maintenance including skin patching and deep patching.

Based on pavement maintenance data from the Department of Rural Roads in the fiscal year 2552, including 1,744 and 1,408 samples of skin and deep patching respectively, it is found that factors that are statistically correlated with pavement patching quantities are pavement service life, heavy truck volume, average annual daily traffic (AADT), and type of structure. In addition, rainfall is not statistically correlated with skin patching quantity, but correlated with deep patching quantity when the road is in-service more than 7 years. The estimation models are then developed based on factors which are highly correlated with the patching quantities. It is found that heavy truck volume is the main factor that makes different in patching quantities from the model. Therefore, the estimation models are developed into two types. One is appropriate for high volume of truck roads or more than 100 trucks per day. This model is estimated based on pavement service life, heavy truck volume, type of structure. Another model is appropriate for low volume of truck roads. This model uses AADT data instead of heavy truck volume. Rainfall is another factor which is included only in deep patching model for pavement which is in–service more than 7 years. In addition, the models are categorized into 3 groups based on their service lives: less than 3 years, between 3 – 7 years, and more than 7 years. Since work estimation varies with service life, geographic, road condition, and road usage, the routine maintenance budget can be done more efficiently.

Department : Civil Engineering..... Student's Signature Pawarotorn Chaipetch

Field of Study : Civil Engineering..... Advisor's Signature W. Subsompon

Academic Year : 2010.....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ ดร.วิศณุ ทรัพย์สมพล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านกรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆในการวิจัยมาด้วยดีตลอด พร้อมทั้งช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีต่อผู้วิจัยทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณต่อเจ้าหน้าที่กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

อนึ่งผู้วิจัยมีความสำนึก ในพระคุณของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยพร้อมทั้งคณาจารย์ทุกท่านที่เคยสั่งสอนวิทยาการต่างๆ ให้กับผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมารดากมลวรรณ ซึ่งสนับสนุนทางด้านการเงิน และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา ตลอดจนคุณลุง น้าชาย และน้าสาวของผู้วิจัย และเรืออากาศโทหญิงพิมพวรรณ ที่ได้ให้กำลังใจเสมอมาตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย..... 5
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 5
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย..... 5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ..... 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9
2.1 ความหมายของกิจกรรมงานบำรุงปกติ..... 9
2.2 บทบาทของกรมทางหลวงชนบทในกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง..... 10
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง..... 14
2.4 การศึกษาแบบจำลองการเสื่อมสภาพทาง และปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพทาง..... 20
2.5 สรุป..... 29

บทที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 31
3.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย..... 31
3.2 การตรวจสอบและคัดเลือกสายทาง..... 37

หน้า

3.3 สรุป..... 37

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 38
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง..... 38
4.2 การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง..... 47
4.3 การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง..... 54
4.4 การทดสอบแบบจำลอง..... 59
4.5 สรุป..... 69

บทที่ 5 วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง และการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงบประมาณ..... 71
5.1 วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง..... 71
5.2 การประยุกต์วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติงานทางสำหรับการใช้งานในการวางแผนงบประมาณ..... 72
5.3 สรุป..... 81

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ..... 82
6.1 สรุปผลการศึกษา..... 82
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 85

เอกสารอ้างอิง..... 87

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 91

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	งบประมาณทั้งหมดที่ต้องการ และงบประมาณที่ได้รับในการบำรุงรักษาทาง.....	2
1.2	งบประมาณที่ได้รับระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 – 2553.....	3
1.3	ผลการดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติประจำปีงบประมาณ 2553.....	4
2.1	ตัวแปรสำหรับคำนวณค่า Ka.....	18
3.1	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีตามมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศ….	35
3.2	สภาพลักษณะของข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	35
3.3	สภาพลักษณะของโครงสร้างชั้นดินเดิม.....	36
3.4	สภาพลักษณะของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี.....	36
4.1	ตัวอย่างการตั้งสมมติฐานของข้อมูลโดยวิธี Kolmogorov – Sminov Test สำหรับการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	41
4.2	การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อปี.....	45
4.3	การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณรถบรรทุกหนัก.....	46
4.4	การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์โครงสร้างชั้นดินเดิม.....	46
4.5	การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี.....	46
4.6	กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง.....	49
4.7	สมมติฐานสำหรับการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่าง.....	50
4.8	ผลการตรวจสอบโดยวิธี Kolmogorov – Siminov การแจงแจกปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	51
4.9	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	51
4.10	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01.....	53
4.11	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง.....	54

ตาราง หน้า

4.12 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง..... 55

4.13 ผลการตรวจสอบโดยวิธี Kolmogorov – Siminov การแจงแจกปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 55

4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 56

4.15 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01..... 58

4.16 แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง..... 59

4.17 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี..... 60

4.18 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี..... 60

4.19 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี..... 61

4.20 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี..... 61

4.21 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี..... 61

4.22 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี..... 62

4.23 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง..... 62

4.24 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง..... 62

4.25 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี..... 64

4.26 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก..... 64

ตาราง หน้า

4.27 แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี..... 64
4.28 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองโดยการแบ่งปริมาณรถบรรทุกหนัก แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง..... 65
4.29 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองโดยการแบ่งปริมาณรถบรรทุกหนัก แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง..... 65
4.30 แบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง..... 70
5.1 สรุปการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง..... 78
5.2 ราคาต่อหน่วยในแต่ละประเภทกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง..... 79
5.3 สรุปงบประมาณที่ต้องการใช้ในงานบำรุงปกติผิวทาง..... 79
5.4 เปรียบเทียบการวางแผนงบประมาณกิจกรรมปะซ่อมผิวทางโดยการใช้แบบจำลอง และการจัดสรรงบประมาณในปัจจุบัน..... 80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย..... 8
2.1 กระบวนการปฏิบัติงานบำรุงปกติ..... 12
2.2 ผังโครงสร้างงานบำรุงปกติ..... 13
2.3 ปริมาณยานพาหนะต่อปีต่อไมล์ (VMT) และปริมาณงบประมาณงานบำรุงปกติในแต่ละปี. 15
2.4 ตัวอย่างแบบจำลองค่าใช้จ่ายสำหรับองค์ประกอบต่างๆ..... 16
2.5 ตัวอย่างการคำนวณ Regression Tree Model เพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดหญ้า. 16
4.1 การกระจายของข้อมูล 4 ชุดที่มีค่ากลางและการกระจายเหมือนกันแต่ละความสัมพันธ์แตกต่างกัน..... 43
4.2 แผนภาพการกระจายของข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวกและลบ..... 43
4.3 ระดับความสัมพันธ์สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์..... 44
4.4 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง..... 48
4.5 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี..... 48
4.6 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณรถบรรทุกหนัก..... 48
4.7 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม..... 49
4.8 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี..... 49
4.9 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง..... 50
4.10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ..... 52
4.11 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง..... 55
4.12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ..... 57

ภาพที่ หน้า

4.13 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน..... 67
4.14 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก..... 67
4.15 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน..... 68
4.16 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก..... 68
5.1 วิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง..... 73

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ทางหลวงจัดเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเกี่ยวเนื่องกับการดำรงชีวิตของประชาชนโดยตรง และนับเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า เนื่องจากเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญและมีความเกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นทางด้านเศรษฐกิจ การปกครอง รวมถึงความมั่นคงของประเทศชาติ อีกทั้งยังเป็นโครงข่ายเชื่อมโยงการคมนาคมและการขนส่ง

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทางหลวงในประเทศในปัจจุบันที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง และกรมทางหลวงชนบทมีความยาวประมาณ 100,000 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็นทางหลวงในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงทั้งสิ้น 63,206 กิโลเมตร แบ่งเป็นผิวทางลาดยาง 57,328 กิโลเมตร ผิวทางคอนกรีต 5,660 กิโลเมตร และผิวทางลูกรัง 218 กิโลเมตร (กรมทางหลวง, 2551) และทางหลวงในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบททั้งสิ้น 40,830 กิโลเมตร แบ่งเป็นผิวทางลาดยาง 29,588 กิโลเมตร ผิวทางคอนกรีต 745 กิโลเมตร และผิวทางลูกรัง 10,497 กิโลเมตร (กรมทางหลวงชนบท, 2551) นอกจากนี้แล้วยังมีถนนที่อยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น กรุงเทพมหานคร องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล เป็นต้น

จากการศึกษาของวิศณุ ทรัยพ์สมพล และคณะ (2546) เกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางลาดยางโดยวิธีใช้ค่าดัชนีความขรุขระสากล (International Roughness Index: IRI) ในประเทศไทย พบว่าทางหลวงเมื่อเปิดใช้งานไปได้ระยะหนึ่ง ขีดความสามารถในการให้บริการของทางหลวงจะลดลงเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ปริมาณการจราจร น้ำหนักยานพาหนะ สภาพอากาศ ตลอดจนการบำรุงรักษา เมื่อความสามารถในการให้บริการของทางหลวงลดลงส่งผลต่อความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้ทาง ดังนั้นการดูแลและการบำรุงรักษาสิ่งก่อสร้างเหล่านี้ให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ดีอยู่อย่างสม่ำเสมอจึงเป็นหนึ่งในภารกิจสำคัญของภาครัฐเพื่อเป็นการรักษาระดับการให้บริการให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

นอกจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานประเภทโครงข่ายให้มีความสมบูรณ์เชื่อมโยง ทั้งทางด้านสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจของประเทศ และสิ่งแวดล้อมแล้ว การบำรุงรักษาระบบโครงข่ายทางให้สามารถคงรูปหรือมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพก่อสร้างแล้วเสร็จก็เป็นส่วนสำคัญ เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ปลอดภัย ลดระยะเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทางของผู้ใช้

ทางโดย กรมทางหลวงชนบท (2551) ได้แบ่งกิจกรรมการบำรุงรักษาออกเป็น 4 กิจกรรมหลักๆ ได้แก่ กิจกรรมงานบำรุงปกติ กิจกรรมงานบำรุงตามกำหนดเวลา กิจกรรมงานบำรุงพิเศษและบูรณะ และกิจกรรมงานซ่อมฉุกเฉิน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันภาครัฐเริ่มให้ความสำคัญต่อการบำรุงรักษาทางหลวงเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากงบประมาณที่กรมทางหลวงชนบทได้รับมีอยู่อย่างจำกัด ดังตารางที่ 1.1 ซึ่งงบประมาณที่ได้รับมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับความต้องการงบประมาณที่เพิ่มขึ้น ซึ่งงบประมาณที่ได้รับดังกล่าวอาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษาให้ครอบคลุมความเสียหาย ทางหลวงซึ่งไม่ได้รับการซ่อมบำรุงเพียงพออาจเกิดความเสียหายมากขึ้น เกิดการลุกลามจนเกินกว่าที่จะดำเนินการซ่อมบำรุงได้ จำเป็นต้องบูรณะก่อสร้างใหม่ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองงบประมาณ ดังนั้นการวางแผนงบประมาณในการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้การใช้งบประมาณเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 1.1 งบประมาณทั้งหมดที่ต้องการ และงบประมาณที่ได้รับในการบำรุงรักษาทาง

ปี	งบประมาณที่ต้องการในการบำรุงรักษาทาง (ล้านบาท)	งบประมาณที่ได้รับในการบำรุงรักษาทาง (ล้านบาท)	ร้อยละ
2549	11,231	3,480	30.98
2550	10,046	3,103	30.88
2551	17,950	4,207	23.44
2552	18,780	3,967	21.12

ที่มา : รายละเอียดประกอบร่างพระราชบัญญัติงบประมาณกรมทางหลวงชนบท ประจำปีงบประมาณ 2549 – 2552 สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะกิจกรรมงานบำรุงปกติ โดยความหมายของงานบำรุงปกติในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท หมายถึง การบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการขับขี่ และป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่วงกว้างออกไป แต่ทั้งนี้งานบำรุงปกติจะไม่รวมถึงงานที่เกี่ยวกับการเสริมแต่งปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อทำให้ทางหลวงมีสภาพดีกว่าเดิม (กรมทางหลวงชนบท, 2549)

การดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติดังกล่าวเป็นไปในลักษณะของการบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance) คือ เมื่อเกิดความเสียหายแล้วจึงดำเนินการซ่อมแซม โดยที่การจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติในปัจจุบันขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่ผิวทางในความรับผิดชอบ

จากการศึกษาของมานพ (2551) เกี่ยวกับการพัฒนาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบทพบว่า การจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบันจัดสรรเป็นราคาต่อหน่วยต่อความยาวของถนน โดยแต่ละสายทางได้รับการจัดสรรงบประมาณเท่ากับ 24,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร การจัดสรรงบประมาณโดยวิธีดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการดำเนินงานซ่อมบำรุงปกติ เนื่องจากการจัดสรรวิธีดังกล่าวมิได้พิจารณาถึงสภาพการใช้งาน สภาพความเสียหาย ตลอดจนอายุการใช้งานในปัจจุบันของทาง อีกทั้งในแต่ละสายทางมีความแตกต่างทั้งด้านกายภาพ เช่น ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุก หรือด้านภูมิศาสตร์ เช่น โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ตลอดจนความแตกต่างทางด้านภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ ล้วนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของกิจกรรมงานบำรุงปกติทั้งสิ้น นอกจากนั้นการจัดสรรงบประมาณโดยวิธีดังกล่าวทำให้งบประมาณที่ได้รับในแต่ละสายทาง อาจไม่เพียงพอในบางสายทาง และอาจมากเกินไปในบางสายทาง ซึ่งการจัดสรรงบประมาณ และการนำงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรไปใช้ไม่เกิดประโยชน์สูงสุด

จากเหตุผลข้างต้น เมื่อเปรียบเทียบงบประมาณที่ได้รับในกิจกรรมซ่อมบำรุงปกติดังแสดงในตารางที่ 1.2 พบว่านับตั้งแต่ปีงบประมาณ 2550 จนถึงปีงบประมาณ 2553 พบว่างบประมาณที่ได้รับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าระหว่างปีงบประมาณ 2550 และ 2551 มีอัตราการเพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 1.9 นอกจากนั้นปีงบประมาณ 2553 กรมทางหลวงชนบทได้รับงบประมาณ 38,628 บาท/กม. ซึ่งสูงกว่าปีงบประมาณ 2552 อยู่ถึง 5,076 บาท/กม. หรือคิดเป็นร้อยละ 15.1 อย่างไรก็ตามงบประมาณที่ได้รับนั้น ยังคงไม่เพียงพอต่อการบำรุงรักษาผิวทางให้อยู่ในสภาพที่ดีอยู่เสมอ ไม่สามารถดำเนินการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างทันท่วงที นอกจากนั้นอาจไม่ครอบคลุมความเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างปีงบประมาณ ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดการลุกลาม และต้องใช้งบประมาณในการซ่อมแซมความเสียหายเพิ่มขึ้น อันเนื่องจากงบประมาณที่ได้รับไม่สอดคล้องกับราคาวัสดุ และราคาน้ำมันที่สูงขึ้นในแต่ละปี

ตารางที่ 1.2 งบประมาณที่ได้รับระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 – 2553

ปี	งบประมาณการซ่อมบำรุงทั้งหมด (ล้านบาท)	งบประมาณที่ได้รับในกิจกรรมบำรุงปกติ (ล้านบาท)	ร้อยละของงบประมาณซ่อมบำรุงทั้งหมด	ระยะทางในงานบำรุงปกติ (กม.)	งบประมาณต่อกิโลเมตร (บาท / กม.)
2550	3,103	862	27.8	32,518	26,496
2551	4,207	942	22.4	34,844	27,005
2552	3,967	1,238	31.2	36,888	33,551
2553	5,222	1,375	26.3	35,591	38,628

ที่มา : สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท

นอกจากนั้นจากการเก็บข้อมูลผลการดำเนินงานบำรุงปกติประจำปีงบประมาณ 2553 ของสำนักทางหลวงชนบทจำนวน 18 สำนักทั่วประเทศพบว่าการใช้งบประมาณบำรุงปกติมีสัดส่วนการใช้งบประมาณในการบำรุงผิวทางมากที่สุด จากตารางที่ 1.3 พบว่ามีสัดส่วนการใช้งบประมาณในกิจกรรมบำรุงผิวทางโดยเฉลี่ยร้อยละ 60 โดยมีสัดส่วนสูงที่สุดในสำนักทางหลวงชนบทที่ 15 โดยมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 84.25 และมีสัดส่วนการใช้งบประมาณน้อยที่สุดในสำนักทางหลวงที่ 10 โดยมีสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 44.69 ดังนั้นการวางแผนงบประมาณในงานบำรุงปกติจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการพัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมงานบำรุงปกติผิวทางโดยพิจารณาอายุการใช้งานผิวทาง ร่วมกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหาย เช่น ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทาง ตลอดจนปริมาณน้ำฝน เพื่อใช้ในการวางแผนงบประมาณในกิจกรรมงานบำรุงปกติผิวทางให้สอดคล้องกับความต้องการอย่างเหมาะสม ทำให้การจัดสรรงบประมาณมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถซ่อมบำรุงและดำเนินกิจกรรมบำรุงปกติได้ต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้การใช้งบประมาณเกิดประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 1.3 ผลการดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติประจำปีงบประมาณ 2553

สำนักทางหลวงชนบท	ประเภทกิจกรรมบำรุงปกติ (บาท)			ระยะทางบำรุงปกติ (กม.)
	ผิวทาง	ดูแลส่วนประกอบอื่นของถนน	ตัดหญ้า	
สำนักทางหลวงชนบทที่ 1	3,194,201.28	2,576,498.00	2,965,609.08	4,386.32
สำนักทางหลวงชนบทที่ 2	26,190,326.42	16,434,593.00	10,443,007.56	1,426.46
สำนักทางหลวงชนบทที่ 4	37,709,685.74	16,963,801.00	19,310,898.96	1,955.19
สำนักทางหลวงชนบทที่ 5	12,608,406.75	860,382.00	3,297,742.20	553.73
สำนักทางหลวงชนบทที่ 6	15,350,553.63	6,102,009.00	5,895,954.18	1,096.52
สำนักทางหลวงชนบทที่ 7	14,566,603.65	3,324,531.00	6,062,385.58	933.15
สำนักทางหลวงชนบทที่ 8	50,583,869.26	17,617,781.00	14,094,427.50	2,463.14
สำนักทางหลวงชนบทที่ 10	3,869,632.53	4,320,491.00	468,634.80	259.67
สำนักทางหลวงชนบทที่ 12	23,570,393.73	13,659,391.00	10,933,973.00	1,781.32
สำนักทางหลวงชนบทที่ 13	42,524,620.54	10,502,442.00	5,281,674.00	1,653.09
สำนักทางหลวงชนบทที่ 14	28,771,173.41	11,298,549.68	4,972,401.68	1556.07
สำนักทางหลวงชนบทที่ 15	10,068,358.65	1,685,042.88	197,392.88	596.01
สำนักทางหลวงชนบทที่ 16	3,794,887.98	567,140.00	420,000	238.72
สำนักทางหลวงชนบทที่ 18	18,373,089.60	11,182,186.00	5,040,946.00	1,135.65

ที่มา : สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง
2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง ทั้งงานปะซ่อมผิวทาง และงานขุดซ่อมผิวทาง

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะกิจกรรมบำรุงปกติประเภทกิจกรรมงานบำรุงผิวทาง ได้แก่ งานปะซ่อมผิวทาง และงานขุดซ่อมผิวทาง ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทระหว่างปีงบประมาณ 2552 – 2553 ที่มีการจัดเก็บข้อมูลประวัติ และปริมาณงานการดำเนินงานบำรุงปกติ ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งานผิวทาง โดยจะพิจารณาร่วมกับข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี
2. ศึกษาเฉพาะสายทางที่มีผิวทางเป็นสายทางลาดยางแอสฟัลต์ (Asphalt Pavement) เนื่องจากเป็นผิวทางส่วนใหญ่ในประเทศไทย

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยได้แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษา และเก็บข้อมูลเบื้องต้นถึงการดำเนิน และแนวทางในการวางแผนงบประมาณที่ใช้ในกิจกรรมงานบำรุงปกติในปัจจุบันของกรมทางหลวงชนบท
2. ศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ โดยจำแนกการศึกษาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้
   - 2.1 ศึกษาวิธีการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางที่ผ่านมาในอดีต
   - 2.2 ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสภาพความเสียหายของทางที่ผ่านมาในอดีต
   - 2.3 ศึกษาแบบจำลองการเสื่อมสภาพทางที่ผ่านมาในอดีต

สำหรับการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตทั้งในประเทศ และต่างประเทศนั้นเพื่อใช้ในการกำหนดปัจจัยต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลอง โดยประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับกรมทางหลวงชนบท

3. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1 ประวัติการดำเนินงานบำรุงปกติผิวทางโดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

3.1.2 ปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง

3.2 ปัจจัยที่คาดว่าส่งผลกระทบต่อปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง เช่น อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม

4. พัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง โดยนำข้อมูลซึ่งได้เก็บรวมรวมในข้อ 3 มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยมีวิธีการพัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติดังต่อไปนี้

4.1 การพัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง โดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมไว้ในข้อที่ 3.1 และปัจจัยที่คาดว่าส่งผลกระทบต่อปริมาณงานดังที่ได้รวบรวมไว้ในข้อที่ 3.2 รายละเอียดดังนี้

4.1.1 แบ่งประเภทกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง โดยกรมทางหลวงชนบทได้แบ่งออกเป็น 2 กิจกรรมคือ

1. กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)
2. กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)

4.1.2 วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางทั้ง 2 กิจกรรม และปัจจัยที่ได้ดำเนินการเก็บรวมรวบไว้ในข้อที่ 3.2 เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณงาน

4.1.3 พัฒนาและทดสอบแบบจำลอง โดยการทดสอบแบบจำลองได้เปรียบเทียบการดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางที่เกิดขึ้นจริงในช่วงปีงบประมาณ 2553 จำนวน 100 กิโลเมตร ในแต่ละประเภทกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง

5. สรุปวิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง และนำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางสำหรับใช้ในการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติ

6. สรุปผลการวิจัย และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

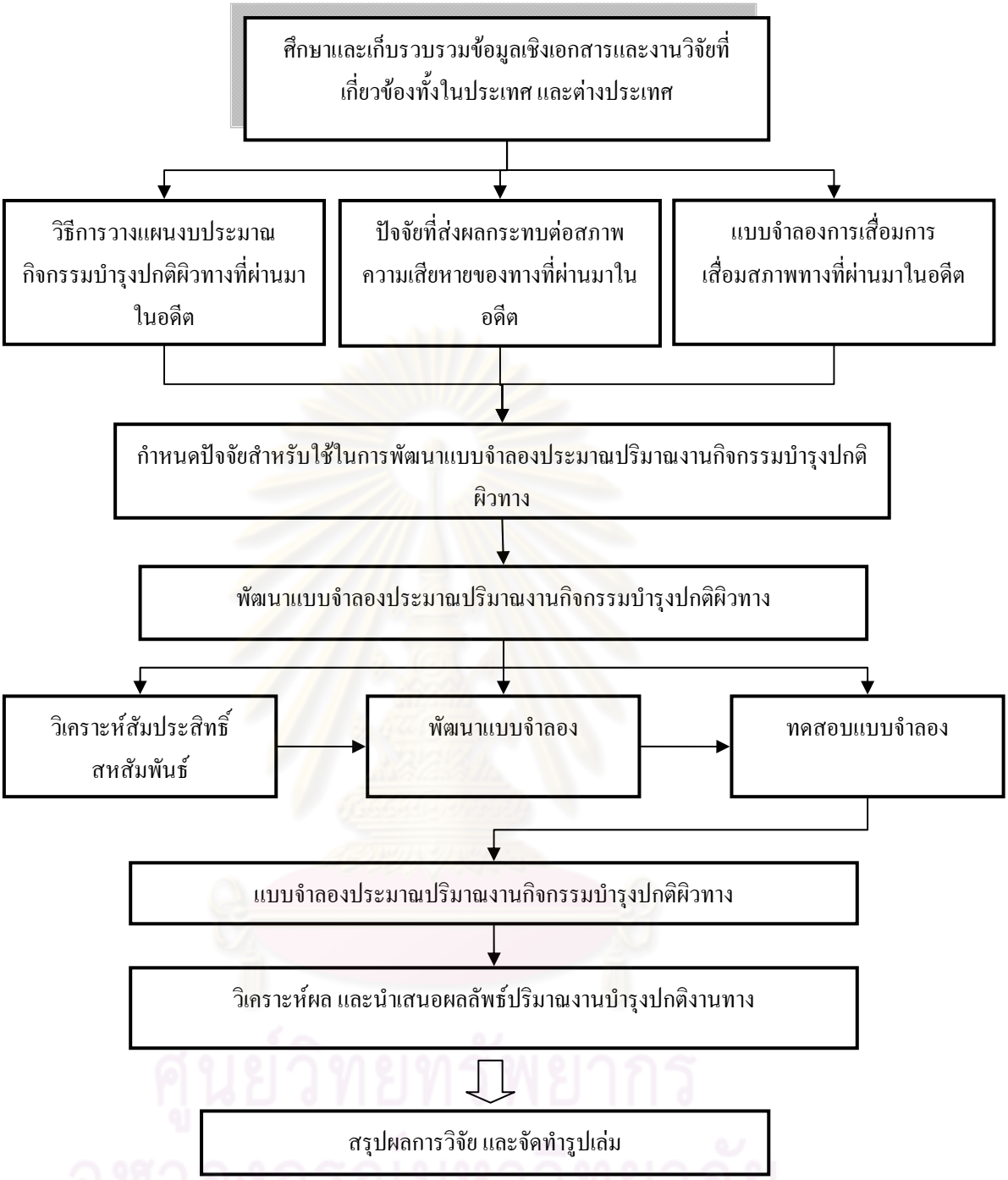
ภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย แสดงในภาพที่ 1.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อวางแผนงบประมาณงานบำรุงปกติผิวทางของแต่ละสายทางในแต่ละปีที่พิจารณา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน
2. สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดสรรงบประมาณในแต่ละสายทางให้มีความเหมาะสมกับสภาพการใช้งานในปัจจุบัน และสามารถดำเนินการซ่อมบำรุงได้ตลอดทั้งปี
3. สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในอนาคตหรือเป็นข้อมูลในกรณีที่ภาครัฐได้เปลี่ยนบทบาทในการดำเนินการในส่วนของงานบำรุงปกติให้เอกชนเป็นผู้ดำเนินงานแทนในรูปแบบของสัญญาจ้างเหมาบำรุงรักษาแบบเบ็ดเสร็จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1.1 ภาพรวมของขั้นตอนการวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้เป็นการนำเสนอรายละเอียดของเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานบำรุงปกติงานทาง โดยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็นห้าส่วนได้แก่ ความหมายกิจกรรมงานบำรุงปกติงานทาง บทบาทของกรมทางหลวงชนบทในกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง งานวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติ การศึกษาแบบจำลองการเสื่อมสภาพทาง และปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพทาง และบทสรุปการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดของประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของกิจกรรมงานบำรุงปกติงานทาง

Haas (1978) ได้ร่วมกับ National Association of Australian State Road Authorities (NAASRA) จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นคณะหนึ่งในปี ค.ศ.1973 เพื่อกำหนดมาตรฐานและวิธีการบำรุงรักษาทางขึ้น โดยได้แบ่งลักษณะงานบำรุงรักษาทางออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. Routine Maintenance
2. Specific Maintenance
3. Restoration Works

ขอบข่ายของงานบำรุงทางทั้ง 3 ลักษณะคล้ายกับกิจกรรมงานบำรุงปกติ กิจกรรมงานบำรุงพิเศษและบูรณะ และกิจกรรมงานฉุกเฉินของกรมทางหลวง โดยที่กิจกรรมงานบำรุงปกติงานทาง (Robinson et al., 1998) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การซ่อมบำรุงตามรอบระยะเวลา (Cyclic Maintenance) ได้แก่ การทำความสะอาดถนน การตัดหญ้า การทำความสะอาดร่องน้ำและระบบระบายน้ำ และการเก็บขยะ โดยความถี่ในการดำเนินแต่ละกิจกรรมนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณฝน เป็นต้น
2. การซ่อมบำรุงเชิงรับ (Reactive Maintenance) เป็นการดำเนินการซ่อมบำรุงรักษาซึ่งเป็นความเสียหายรอง (Minor Defects) โดยเกิดขึ้นทั้งจากสิ่งแวดล้อม และการจราจร เช่น การอุดรอยแตก การปะซ่อมหลุมบ่อ เป็นต้น

กิจกรรมงานบำรุงปกติงานทาง (Routine Maintenance) ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง หมายถึง งานกำกับดูแล และซ่อมแซมบำรุงรักษา ทำความสะอาด เสริมแต่งทางหลวง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องทำเป็นประจำ โดยมีปริมาณงานไม่มากนัก ทั้งนี้รวมถึงการแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือต่อเติมได้บ้างตามความเหมาะสม เพื่อให้ทางหลวงคงสภาพใช้งานได้ดี สามารถอำนวยความสะดวก และความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ทาง (กรมทางหลวง, 2551)

กิจกรรมงานบำรุงปกติงานทาง (Routine Maintenance) ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท คือ การบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการขับขี่ และป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่วงกว้างออกไป แต่ทั้งนี้งานบำรุงปกติจะไม่รวมถึงงานที่เกี่ยวกับการเสริมแต่งปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อทำให้ทางหลวงมีสภาพดีกว่าเดิม (กรมทางหลวงชนบท, 2549)

2.2 บทบาทของกรมทางหลวงชนบทในกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง

กรมทางหลวงชนบท (2552) แบ่งส่วนราชการของกรมทางหลวงออกเป็น 24 สำนัก สำหรับหน่วยงานของกรมทางหลวงชนบทที่รับผิดชอบต่อการบำรุงรักษาทางในกิจกรรมบำรุงปกติ ได้แก่ สำนักบำรุงทาง สำนักทางหลวงชนบท และสำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัด ซึ่งกระจายอยู่ในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สำนักบำรุงทาง โดยมีหน้าที่กำกับดูแล ดำเนินงาน ติดตาม เร่งรัด และประเมินผลการบำรุงรักษาทางและสะพาน รวมถึงการกำหนดกลยุทธ์ แผนงาน โครงการบำรุงรักษาทางและสะพาน
2. สำนักทางหลวงชนบท ประกอบไปด้วย 18 สำนักทางหลวงกระจายอยู่พื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ โดยมีหน้าที่หลักในการวางแผน สำรวจ ออกแบบ ตรวจสอบ และวิเคราะห์ทางวิศวกรรมในงานปรับปรุง และบำรุงรักษาทางหลวงชนบทในความรับผิดชอบ ตลอดจนดำเนินการและควบคุมการบำรุงรักษาทาง และสะพานในความรับผิดชอบ
3. สำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัด โดยในสำนักทางหลวงชนบทแต่ละแห่งจะมีสำนักงานทางหลวงชนบทในความรับผิดชอบ 4 – 5 สำนักทางหลวงชนบทจังหวัด ซึ่งสำนักงานทางหลวงชนบทต่างๆ นั้นจะมีหน้าที่โดยตรงในการดูแล

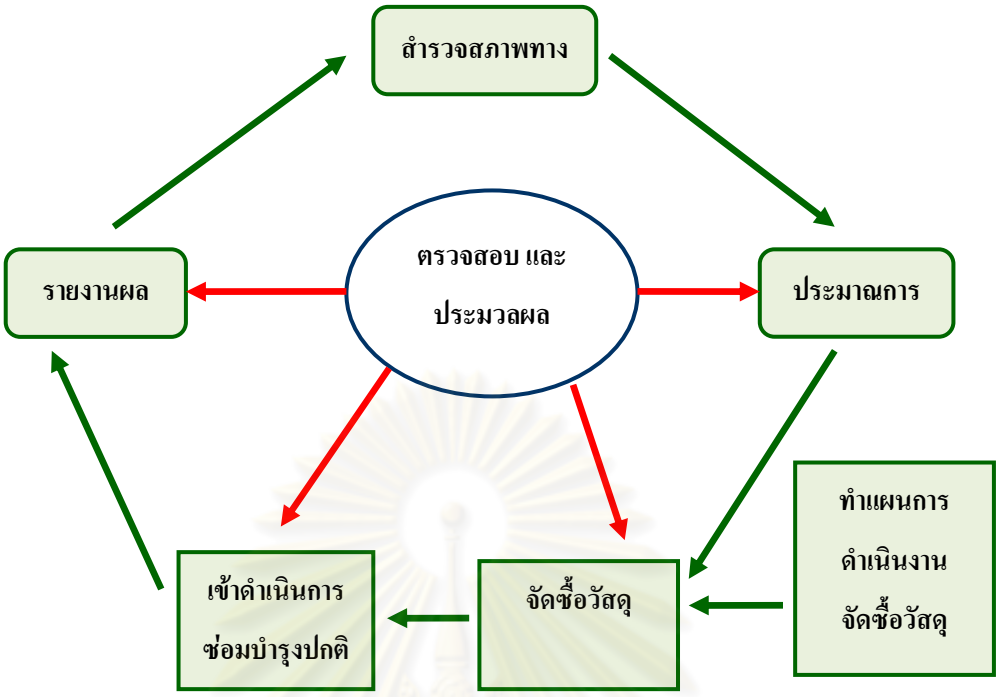
งานดูแลรักษาถนนในกิจกรรมงานบำรุงปกติ โดยที่สำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัดมีหน้าที่โดยตรงในการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงโดยจำนวนชุดซ่อมบำรุงจะมีมากน้อยต่างกันไปในแต่ละสำนักทางหลวงชนบทจังหวัด โดยพิจารณาตามความเหมาะสมจากปริมาณถนนในความรับผิดชอบ อัตรากำลังของข้าราชการพนักงาน และจำนวนเครื่องจักร เครื่องมือที่มีอยู่ในหน่วยงาน เพื่อให้การซ่อมบำรุงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและทันต่อเหตุการณ์ โดยแบ่งออกเป็นชุดซ่อมบำรุงผิวทาง ชุดรับผิดชอบงานจราจรสงเคราะห์ ทำความสะอาดโครงสร้างระบายน้ำ ตัดหญ้า 2 ข้างทาง เป็นต้น

2.2.1 การดำเนินงานบำรุงปกติในปัจจุบันของกรมทางหลวงชนบท

งานบำรุงปกติเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญในการป้องกันมิให้ความเสียหายของผิวทางลุกลามออกไป และมีสภาพการใช้งานที่ดีตลอดอายุการใช้งาน เป็นการประหยัดงบประมาณแผ่นดินที่มีอยู่อย่างจำกัด กรมทางหลวงชนบท (2549) มีแนวทางปฏิบัติสำหรับงานบำรุงปกติดังต่อไปนี้

1. กระบวนการในการปฏิบัติงานบำรุงปกติ

กระบวนการในการปฏิบัติงานบำรุงปกติ เริ่มตั้งแต่ก่อนเดือนตุลาคมของทุกปี (ต้นปีงบประมาณ) โดยเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จะจัดชุดออกสำรวจและประเมินสภาพความเสียหายของสายทาง เพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาคัดเลือกว่าสายทางใดควรดำเนินการซ่อมบำรุงโดยกิจกรรมใด เมื่อคัดเลือกสายทางที่เหมาะสมที่จะทำการซ่อมบำรุงด้วยวิธีบำรุงปกติแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในสนามมาจัดทำประมาณการค่าใช้จ่าย จัดส่งให้หน่วยงานตามสายบังคับบัญชาเป็นผู้ตรวจสอบ และอนุมัติ จากนั้นทำการจัดซื้อวัสดุ พร้อมทั้งจัดเตรียมแผนการดำเนินงาน บุคลากร เครื่องมือ และเครื่องจักรกลในการซ่อมบำรุง และเข้าดำเนินการตามแผนงาน เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จจะจัดทำรายงานผลการดำเนินงาน ในขณะเดียวกันหลังจากดำเนินการซ่อมบำรุงแล้วเสร็จเจ้าหน้าที่ชุดบำรุงรักษาจะเข้าตรวจสอบสภาพทางอยู่เสมอ หากพบเห็นความเสียหาย จัดเตรียมแผนเข้าซ่อมบำรุงในรอบต่อไป โดยการตรวจสอบและซ่อมบำรุงปกติจะทำอย่างต่อเนื่องตลอดปีงบประมาณ เมื่อใกล้สิ้นปีงบประมาณ จึงเริ่มต้นกระบวนการในการปฏิบัติตามที่กล่าวไว้ข้างต้น กระบวนการปฏิบัติงานบำรุงปกติดังแสดงภาพที่ 2.1



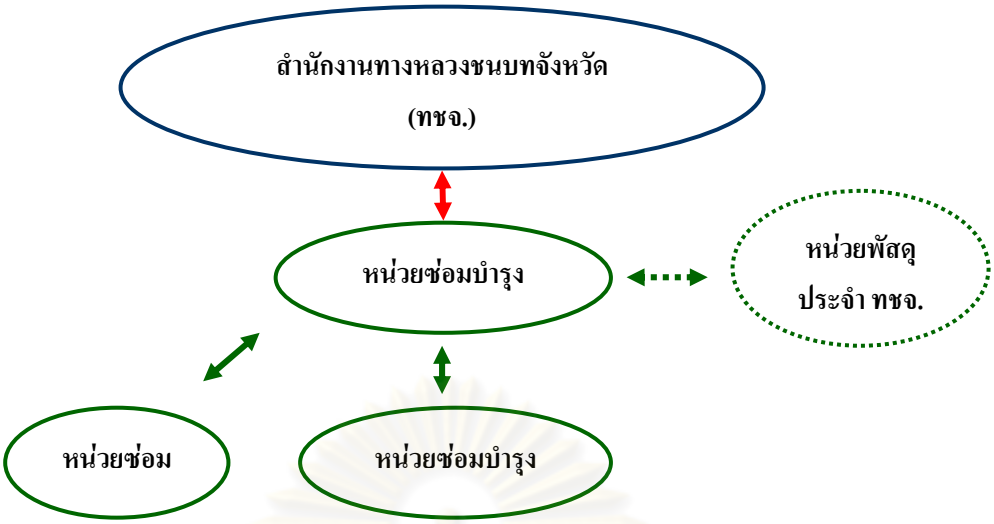
ภาพที่ 2.1 กระบวนการปฏิบัติงานบำรุงปกติ (กรมทางหลวงชนบท, 2549)

2. การจัดการโครงสร้างงานบำรุงปกติ

เพื่อให้การบริหารจัดการงานบำรุงปกติเป็นไปอย่างมีระบบ กรมทางหลวงชนบทจึงได้กำหนดโครงสร้างภายใน และจัดทำคำสั่งมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้การควบคุม ตรวจสอบ กำกับดูแล การติดตามประเมินผลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การมอบหมายงานตามโครงสร้างนั้น จำเป็นต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของปริมาณถนนในความรับผิดชอบ อัตรากำลังของข้าราชการ เจ้าหน้าที่ของรัฐ จำนวนเครื่องจักร และเครื่องมือที่มีอยู่ในหน่วยงาน เพื่อให้มีความเหมาะสมในการจัดจำนวนชุดซ่อมบำรุง และเพื่อให้การซ่อมบำรุงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและทันต่อเหตุการณ์ นอกจากนี้ในแต่ละชุดซ่อมบำรุงอาจมีหน้าที่แตกต่างกันเพื่อความคล่องตัวในการดำเนินงาน เช่น ชุดซ่อมบำรุงที่ 1 ดำเนินการซ่อมบำรุงผิวทาง ในขณะที่ชุดซ่อมบำรุงที่ 2 ดำเนินการงานจราจรสงเคราะห์ เป็นต้น รายละเอียดดังภาพที่ 2.2

3. ประเภทกิจกรรมบำรุงปกติ และวิธีการซ่อมบำรุงกิจกรรมบำรุงปกติ

กิจกรรมบำรุงปกติผิวทางลาดยางในส่วนที่เป็นความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทได้แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (กรมทางหลวงชนบท, 2549) ได้แก่



ภาพที่ 2.2 ผังโครงสร้างงานบำรุงปกติ (กรมทางหลวงชนบท, 2549)

1. **กิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง** โดยทั่วไปวิธีการซ่อมบำรุงผิวทางแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ การซ่อมบำรุงสำหรับถนนที่มีความเสียหายเบา มีลักษณะความเสียหายเกิดขึ้นที่ผิวทางเท่านั้นไม่เสียหายลึกถึงชั้นโครงสร้างทาง และการซ่อมบำรุงสำหรับถนนที่มีความเสียหายหนัก มีลักษณะความเสียหายลึกถึงโครงสร้างชั้นทาง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

    1.1 <u>การปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching)</u> หมายถึง การบำรุงรักษาผิวทางที่แตก หรือเป็นหลุมบ่อด้วยวัสดุแอสฟัลต์ เช่น Pre – mix ซึ่งการบำรุงรักษาโดยวิธีปะซ่อมผิวทางดำเนินการเฉพาะถนนซึ่งเสียหายเฉพาะผิวทางเท่านั้น ไม่ลึกลงไปถึงโครงสร้างชั้นพื้นทาง

    1.2 <u>การขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching)</u> หมายถึง การบำรุงรักษาผิวทางที่แตกชำรุดเสียหายเป็นหลุมบ่อหรือเป็นแอ่ง ซึ่งลักษณะความชำรุดเสียหายนั้นเกิดขึ้นถึงชั้นโครงสร้างของถนน ไม่ใช่เสียหายเฉพาะผิวทางเท่านั้น ซึ่งการซ่อมต้องขุดเอาวัสดุในชั้นต่างๆ ที่เสียหายออกให้หมด เช่น ชั้นพื้นทาง ชั้นรองพื้นทาง หรือชั้นคันทาง แล้วจึงทำการซ่อมโดยใช้วัสดุผสมแอสฟัลต์ Pre – mix หรือวัสดุที่มีคุณภาพตามชั้นโครงสร้างทางทดแทน

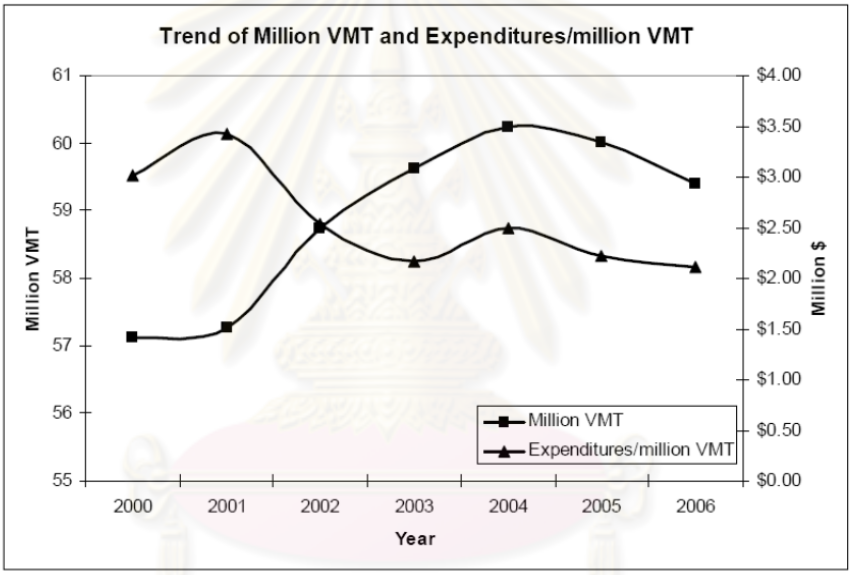
2. **กิจกรรมบำรุงปกติประเภทงานจราจรสงเคราะห์** แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ การซ่อมบำรุงรักษาสินทรัพย์ประเภทงานจราจรสงเคราะห์ และการทดแทนสินทรัพย์ประเภทงานจราจรสงเคราะห์ โดยสินทรัพย์ประเภทงานจราจรสงเคราะห์ประกอบไปด้วย ป้ายจราจร สัญญาณไฟจราจร หลักกิโลเมตร ราวป้องกันการตก (Guard Rail) หลักนำโค้ง (Guide Post) เครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง ไฟฟ้าส่องสว่าง เป็นต้น
3. **กิจกรรมบำรุงปกติประเภทงานตัดหญ้า และดูแลเขตทาง** เป็นการดำเนินงานตัดหญ้าบริเวณเขตทางให้มีลักษณะสั้นเท่ากันสม่ำเสมอ การดำเนินการจะตัดตั้งแต่จุดสิ้นสุดไหล่ทาง ไปจนกระทั่งสุดเขตทาง โดยทั่วไปจะดำเนินงานตัดหญ้าจะตัดหญ้าจากไหล่ทางออกไปเป็นระยะประมาณ 1.0 – 1.5 เมตร
4. **กิจกรรมบำรุงปกติประเภทอาคารระบายน้ำ** โดยทั่วไปแบ่งกิจกรรมบำรุงปกติประเภทอาคารระบายน้ำออกเป็น 2 ประเภทคือ งานทางระบายน้ำ หมายถึง งานทำความสะอาด ขุดลอก ตกแต่ง ต่อเติม หรือซ่อมแซมทางระบายน้ำ หรือร่องระบายน้ำข้างทาง และงานท่อระบายน้ำ หมายถึง งานทำความสะอาด ขุดลอก ตกแต่ง ต่อเติม หรือซ่อมแซมท่อระบายน้ำ และส่วนประกอบ

2.3 งานวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง

Essam, et al. (1991) ได้ศึกษาค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติ พบว่า ค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติขึ้นกับปัจจัยหลัก 3 ประการได้แก่ สภาพของผิวทางเดิมก่อนทำการซ่อมบำรุงราคาท้องถิ่น (Local Prices) และหลักเกณฑ์ในการซ่อมแซมผิวตามสภาพพื้นที่ (Local Repair Policy)

Abdullah, et al. (1994) ได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงาน Indiana Department of Transportation (INDOT) ระหว่างปี 1984 – 1987 เพื่อวิเคราะห์แบบจำลองค่าใช้จ่าย โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติและงานบำรุงตามกำหนดเวลา การวิเคราะห์แบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติได้กำหนดให้ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (AADT) และดัชนีสภาพบริการ (PSI) เป็นปัจจัยหลักที่มีผลกระทบ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมมีลักษณะความสัมพันธ์ในรูปแบบ Exponential

จากการศึกษาเรื่องค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานบำรุงปกติงานทางของ Juni et al. (2008) ซึ่งเก็บข้อมูลจาก Wisconsin Department of Transportation (WisDOT) จำนวน 72 เมือง ระหว่างปี 2004 – 2006 พบว่าปริมาณพาหนะที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ ปี แต่ในขณะเดียวกันงบประมาณสำหรับนำมาบำรุงปกติมิได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณพาหนะที่เพิ่มขึ้น ทำให้การบำรุงปกติมิได้ครอบคลุมความเสียหายที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสียหายซึ่งส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย และการเสื่อมสภาพของสายทาง นอกจากนั้นปริมาณพาหนะในปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2006 เพิ่มขึ้น 3 ล้านคันต่อปีต่อไมล์ (VMT) แต่งบประมาณบำรุงปกติกลับลดลง 1 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อยานพาหนะ 1 ล้านคันต่อปีต่อไมล์ (VMT) ในช่วงเวลาเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.3



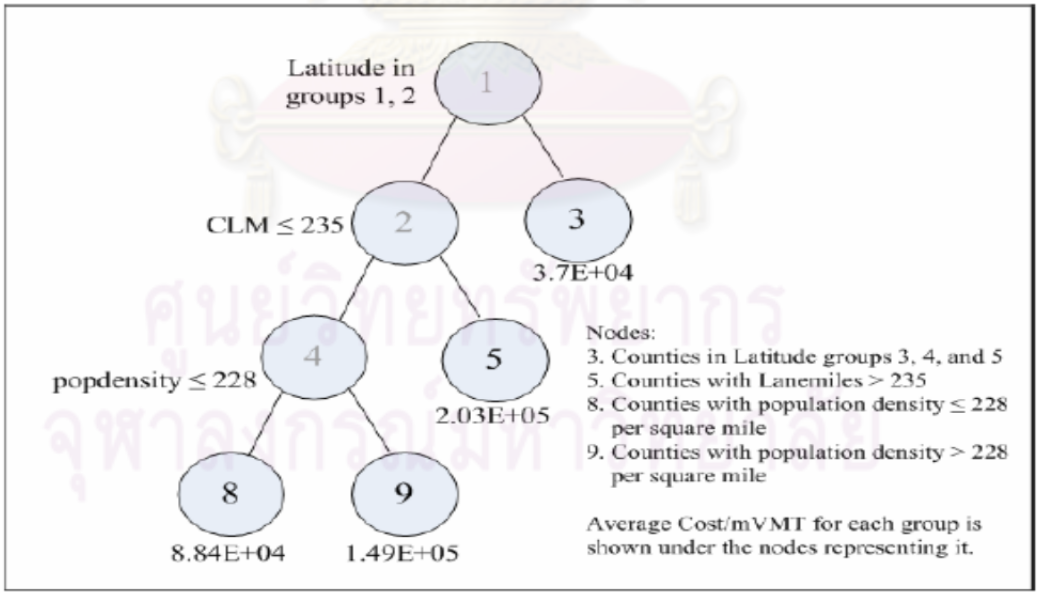
ภาพที่ 2.3 ปริมาณยานพาหนะต่อปีต่อไมล์ (VMT) และปริมาณงบประมาณงานบำรุงปกติในแต่ละปี (Juni et al., 2008)

ดังนั้น Juni et al. (2008) ได้พัฒนาแบบจำลองโดยอาศัยการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Regression Tree model โดยแบ่งแบบจำลองซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างงบประมาณ และการซ่อมบำรุงรักษาออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบจำลองเพื่อทำนายสภาพการใช้งานในอนาคตที่เกิดจากการใช้งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติในปัจจุบัน และแบบจำลองเพื่อประมาณการงบประมาณที่ต้องการใช้ในการซ่อมบำรุงสภาพการใช้งานที่ได้ทำนายไว้ โดยแบบจำลองค่าใช้จ่ายอยู่ในลักษณะของสมการตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ตัวปรับปรุงสมการตัวแทนทางคณิตศาสตร์จากปีอดีต และปัจจัยเพิ่มเติมซึ่งส่งผลกระทบต่อแบบจำลองดังกล่าว และนำไปคำนวณร่วมกับ Regression Tree Model

โดยตัวอย่างสมการคำนวณแบบจำลองค่าใช้จ่าย และตัวอย่างการคำนวณ Regression Tree Model เพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดหญ้า แสดงในภาพที่ 2.4 และภาพที่ 2.5

Element	Valid conditions	Equation
Concrete Traveled Way	$Age_{concrete} \leq 16$ yrs	Backlog = -0.018 – 0.000014(Cost) + 1.89($Age_{concrete}$) + 0.0043($LM_{concrete}$)
Asphalt Traveled Way	All	Backlog = -0.452 + 0.0000011(Cost) + 0.39($Age_{asphalt}$)
		Backlog = -0.484 + 0.00014($CLM_{Asphalt}$) + 0.107($Age_{asphalt}$) + 0.000000004(truck VMT)
Unpaved Shoulder	All	Cost = -30915(backlog) + 19.07(mVMT) + 0.00025(TruckVMT) + 585.62(CLMups) + 42310(Labor rate factor)
Litter Pickup	Income ≤ 41,768	Cost = -3653.5(backlog) + 32.3(mVMT) – 305.79(LM) + 185(CLM) + 0.52(cost change) + 39774(backlog change) – 442.29(laborratefactor)
Woody Vegetation	All	Cost = 787891 – 2805.8(Backlog) + 13.9(mVMT) – 83790($Soil_{pH}$) – 894($Soil_K$) – 1798($Soil_P$) + 339(CLM)

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแบบจำลองค่าใช้จ่ายสำหรับองค์ประกอบต่างๆ (Juni et al, 2008)



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการคำนวณ Regression Tree Model เพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการตัดหญ้า (Juni et al, 2008)

จากการสำรวจข้อมูล (ฝ่ายสถิติงานบำรุง กรมทางหลวง, 2539) พบว่าแต่ละแขวงการทางจะมีราคาวัสดุท้องถิ่น ซึ่งหมายถึงราคาวัสดุหินคลุกและลูกรังในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงของแต่ละแขวงอาจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงอาจสรุปในเบื้องต้นได้ว่าสภาพพื้นที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในงานซ่อมบำรุง ซึ่งลักษณะแบบจำลองที่นำมาวิเคราะห์สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติกับปัจจัยที่มีผลกระทบได้ดังนี้

$$RMC \propto f\,(DC, L)$$

เมื่อ RMC = ค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติ (บาทต่อกม.ต่อ 2 ช่องจราจร)

DC = สภาพความเสียหายของผิวทางอันเป็นผลมาจากอายุบริการ สภาพแวดล้อม และลักษณะทางกายภาพของสายทางนั้นๆ ปริมาณจราจร

L = สภาพพื้นที่ที่มีผลต่อราคาวัสดุท้องถิ่น แบ่งเป็น 4 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

จากงานวิจัยขององค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของญี่ปุ่น (Japan International Cooperation Agency: JICA) และกรมทางหลวง ในการศึกษาความเหมาะสมโครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองลำปาง – เชียงใหม่ (2540) พบว่าได้มีการพัฒนาแบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติสำหรับใช้ในการประมาณงบประมาณบำรุงปกติ ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวได้ทำการวิจัยโดยใช้ข้อมูลในประเทศไทยสำหรับการพัฒนาแบบจำลอง โดยกำหนดให้มีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่าย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่

1. ปัจจัยที่มีผลต่อสภาพความเสียหายของผิวทาง ได้แก่ อายุบริการนับจากการเสริมหรือบูรณะผิวแอสฟัลต์ สภาพปริมาณจราจร สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลชุดเดียวกับที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทาง
2. ปัจจัยที่มีผลต่อราคาวัสดุท้องถิ่น สำหรับความแตกต่างของราคาวัสดุท้องถิ่นในแต่ละพื้นที่ ถูกกำหนดโดยค่าดัชนีราคาหินคลุกและลูกรังส่งถึงโครงการ (Rock and Laterite Price at Construction Site Index: Km) ซึ่งจากงานวิจัยของ

JICA ร่วมกับกรมทางหลวงระบุว่า Km มีผลต่อค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้นำเสนอแบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติไว้ดังสมการที่ 2.1

$$RMC = K + b * AADT \quad (2.1)$$

เมื่อ RMC = ค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติ (บาทต่อกม. ต่อ ความกว้าง 7.00 ม.)

K = Ka×Km* ค่าบำรุงมาตรฐาน

Ka = Road Characteristic Factor คำนวณจากตารางที่ 2.1

Km = ดัชนีราคาหินคลุกและลูกรัง

b = Constant Parameter = 1.75

AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรสำหรับคำนวณค่า Ka

Factor	Description	Value		
X1	Surface $ Subbase	High 0	Intermediate 0.5	Low 1.0
X2	Subgrade	Poor 1.0	Medium 0.25 – 0.75	Good 0
X3	AADT (veh./day)	< 500 0	to to	>2,000 2.25
X4	Service life (yrs)	0 0	to to	>12 1.8
X5	Pavement Width (m)	5 0	to to	7 0.19
Y1	Right – of - Way	60 0.1	to to	100 0.3
Y2	Shoulder Width (m)	2 0.1	2.25 0.15	2.5 0.2
Y3	Traffic Service	Flat 0	Hilly 0.24	Mountainous 0.63
Y4	Terrain & Drainage	Flat 0	Hilly 0.2	Mountainous 0.36
Y5	Bridge Works (m /km.)	<20 0	to to	>30 0.06

ที่มา : รายงานการศึกษาความเหมาะสมโครงการก่อสร้างทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองลำปาง – เชียงใหม่ (2540)

หมายเหตุ Ka = $1 + 0.05 (X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + Y1 + Y2 + Y3 + Y4 + Y5)$

Km = $0.80 Kr + 0.14 Ks + 0.58$

Kr = Cost of Rock at Construction Site

Ks = Cost of Laterite at Construction Site

กชกร โง้วศิริ (2544) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติในการกำหนดคาบเวลางานเสริมผิวแอสฟัลต์โดยการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของถนนซึ่งแบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติดังสมการที่ 2.2

$$RMC = 5,125 \times K_m(Age^{0.234} \times AADT^{0.150}) \quad (2.2)$$

เมื่อ RMC = ค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติ (บาท/กม./ความกว้างช่องจราจร 7 ม.)

K_m = ดัชนีราคาหินคลุก และลูกรัง

Age = อายุ (ปี) เริ่มนับจากปีที่ทำการเสริมผิว

AADT = ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (คัน/วัน/ความกว้างช่องจราจร 7 ม.)

สำหรับราคางานบำรุงปกติที่ใช้งานในปัจจุบัน กรมทางหลวงได้คำนวณเป็นราคาต่อหน่วยโดยกำหนดราคาต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจรที่ความกว้าง 7.00 เมตรเพื่อความสะดวกในการจัดสรรงบประมาณให้แต่ละแขวงการทางทั่วประเทศ ซึ่งราคาต่อหน่วยดังกล่าวพัฒนาโดยแขวงการทางเพชรบูรณ์ที่ 1 สำนักทางหลวงที่ 6 (เพชรบูรณ์) จากการเอกสารรายละเอียดราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษาทางหลวงของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2548) พบว่าค่าบำรุงรักษาทางหลวงในส่วนของงานบำรุงปกติผิวทางแอสฟัลต์ราคาเท่ากับ 79,400 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร

ราคาต่อหน่วยดังกล่าวครอบคลุมงานบำรุงรักษาผิวทาง งานบำรุงรักษาไหล่ทาง ทางเท้า ทางเชื่อม และเกาะแบ่งถนน งานระบบระบายน้ำ สะพาน และโครงสร้าง งานจราจร สงเคราะห์ และสิ่งอำนวยความปลอดภัย และงานบริเวณข้างทาง และที่พักริมทาง

ในส่วนของกรมทางหลวงชนบทจากการศึกษาของมานพ สุสิงห์ (2551) เกี่ยวกับการพัฒนาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบทพบว่า การจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบันจัดสรรเป็นราคาต่อหน่วยต่อความยาวของถนน โดยแต่ละสายทางได้รับการจัดสรรงบประมาณเท่ากับ 24,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติงานทางพบว่า การวางแผนงบประมาณบำรุงปกติส่วนใหญ่จะใช้แบบจำลองในการประมาณค่าใช้จ่ายในงานบำรุงปกติ โดยปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติประกอบไปด้วยดัชนีราคาหินคลุกและลูกรัง อายุการใช้งาน และปริมาณจราจร ซึ่งแบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติดังกล่าวมิได้พิจารณาถึงวิธีการซ่อมบำรุงในแต่ละประเภททำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานบำรุงปกติงานทางได้อย่างเหมาะสม และเกิดความคลาดเคลื่อนสูง

2.4 การศึกษาแบบจำลองการเสื่อมสภาพทาง และปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพทาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบจำลองพฤติกรรมทาง (Pavement Performance Model) มีการวิจัยและทดลองกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกา จุดประสงค์หลักเพื่อจะได้อาศัยแบบจำลองดังกล่าวมาใช้ทำนายพฤติกรรมของผิวทางในอนาคตได้อย่างแม่นยำ รวมทั้งใช้ประโยชน์ในการและวางแผนการบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานจริง นอกจากนี้การอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับสภาพผิวทางและการวิเคราะห์ผลจากแบบจำลองทำให้สามารถเลือกวิธีการบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสภาพของสายทางนั้นได้ (AI-Suleiman, et al. 1992)

การพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมทางในช่วงเริ่มต้นมีปัญหาเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของข้อมูลที่นำมาใช้พัฒนาแบบจำลอง กล่าวคือในงานวิจัยบางชิ้นประสบปัญหาเนื่องจากฐานข้อมูลที่ใช้มีข้อมูลไม่เพียงพอ ความคลาดเคลื่อนสูง และกระจัดกระจายในหลายหน่วยงาน ทำให้การรวบรวมข้อมูลเป็นไปอย่างลำบาก รวมทั้งการจัดเก็บมักอยู่ในรูปแบบที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาวิเคราะห์ (Lee, et al. 1993) ต่อมาเมื่อมีการจัดเก็บที่ดีขึ้น ข้อมูลอยู่ในรูปแบบของไฟล์คอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับการจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์แบบจำลองได้กระทำอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ทำให้มีการพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมทางกันอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมา

สำหรับการเลือกรูปแบบจำลองที่เหมาะสมนั้นได้มีการทำวิจัยและนำเสนอในหลายรูปแบบขึ้นกับสภาพพื้นที่และความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน แต่ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเป็นการวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการทางสถิติร่วมกับการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Martin, 1996) สำหรับงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองมีการนำเสนอไว้ดังนี้

Friedrich (1986) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับพฤติกรรมของถนนลาดยางโดยเก็บข้อมูลในรัฐ Ontario ประเทศแคนนาดาระหว่างปี 1974 – 1976 จากการวิเคราะห์พบว่าฟังก์ชั่นที่เหมาะสมควรอยู่ในรูปแบบสมการที่ 2.3

$$N = At^{b} \tag{2.3}$$

โดยที่ N = อายุการใช้งานของถนนใน 1 คาบ ก่อนทำการ Overlay (ปี)

t = ความหนาในการ Overlay (มม.)

A, b = ค่าคงที่ขึ้นกับสภาพบริการต่ำสุดที่ยอมรับได้ในที่นี้ใช้ Pavement Condition Index (PCI) เป็นตัวกำหนด

จากสมการที่ 2.3 พบว่าการวิจัยคำนึงถึงปัจจัยเรื่องความหนาของการ Overlay ที่ส่งผลต่ออายุของสายทางเป็นสำคัญ แต่ทั้งนี้สมการดังกล่าวก็มีข้อจำกัดเนื่องจากไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการใช้งานในปัจจุบัน กับอายุของสายทางได้ และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่นซึ่งถูกนำมาใช้ในรัฐ Ontario เรียกว่า PARS Model (Program and Financial Planning in Pavement Rehabilitation Model) ซึ่งใช้ค่า PCI เป็นตัวกำหนดสภาพบริการ แต่พิจารณาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT) โดยนำเสนอในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างสภาพบริการกับอายุของสายทาง ดังสมการที่ 2.4.

$$PCI = 95 - KX^{a} t^{-b'} T^{c} \tag{2.4}$$

โดยที่ X = อายุของสายทางหลัง Overlay (ปี)

t = ความหนาในการ Overlay (มม.)

T = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)

K, a, b', c = ค่าคงที่

Ramaswamy และ Ben-Akiva (1990) ได้จัดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมทางไว้ 4 ประเภทดังนี้

1. ลักษณะของผิวทาง (Pavement Characteristics) ได้แก่ ความแข็งแรงของผิวทาง (Pavement Strength) ความหนาผิวทาง (Surface Thickness) ชนิดของชั้นพื้นทาง (Base Type) ชนิดของผิวทาง (Surface Type)
2. ประวัติการซ่อมบำรุง (Pavement History) ได้แก่ ระยะเวลานับจากการซ่อมบำรุงครั้งสุดท้าย (Time Since Last Rehabilitation) อายุของถนน (Total Pavement Age)

3. ลักษณะการจราจร (Traffic Characteristics) ได้แก่ ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) ปริมาณการจราจรสะสม (Cumulative Traffic) สัดส่วนรถบรรทุก (Percentage of Trucks)
4. ลักษณะสภาพแวดล้อม (Environmental Characteristics) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Average Monthly Precipitation) อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในรอบปี (Average Annual Minimum Temperature)

Hajek, Phang, และ Prakash (1990) วิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมทางย้อนหลัง 40 ปี ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมทางมีมากกว่า 30 อย่าง โดยสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ปริมาณจราจร (Traffic)
2. ลักษณะสภาพแวดล้อม (Environmental Characteristics)
3. พฤติกรรมทางในช่วงแรกหลังก่อสร้างเสร็จ (Initial Pavement Performance)
4. ความหนาในการ Overlay (Overlay Thickness)
5. วิธีในการซ่อมบำรุง (Maintenance Policy)
6. พฤติกรรมทางในช่วงหลัง Overlay และสภาพบริการ ณ เวลาซ่อมบำรุง (Overlay Performance and Terminal Serviceability)

นอกจากนี้ยังได้หาอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า Pavement Condition Rating (PCR) ที่เกิดขึ้นในระยะ 5 ปี หลังจากการ Overlay โดยเก็บข้อมูลกว่า 50 โครงการในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าชนิดและสภาพความเสียหาย เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของค่า PCR ตัวอย่างเช่น ความเสียหายแบบ Surface Deformation และ Cracking รวมกันอาจส่งผลมากกว่าความ เสียหายประเภท Corrugations หรือ Shoring ดังนั้นถ้ามีการชะลอหรือไม่ซ่อมบำรุงตามกำหนดก็จะส่งผลให้อัตราการลดลงของ PCR เร็วขึ้น

Rajagopal และ George (1991) ได้ทำการเก็บข้อมูลทางหลวงกว่า 2,000 ไมล์ใน North Mississippi เพื่อมาสร้างแบบจำลองพฤติกรรมทางโดยใช้ค่า PCR เป็นเกณฑ์ในการกำหนดสภาพบริการ จากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าโครงสร้างของชั้นทางเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อพฤติกรรมทางซึ่งในที่นี้จะกำหนดโดยค่า MSN หรือ Modified Structural Number ของแต่ละสายทาง นอกจากนี้จากการศึกษาโครงการกว่า 30 โครงการ ระหว่างปี 1986 – 1989 ทำให้พบปัจจัยหนึ่งที่น่าสนใจ คือความสัมพันธ์ระหว่างค่า PCR ก่อนทำการ Overlay กับ PCR หลัง Overlay และได้สมการฟังก์ชั่นดังสมการที่ 2.5

$$PCR_{AOL} = 23.9984\,(PCR_{BOL})^{0.2883}(T)^{0.0389} \qquad (2.5)$$

โดยที่ PCR_{AOL} = PCR ภายหลังจากการเสริมผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต

PCR_{BOL} = PCR ก่อนการเสริมผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต

T = ความหนาในการเสริมผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต (นิ้ว)

Essam, et al. (1991) ได้ศึกษาโครงการโดยใช้ฐานข้อมูลจาก U.S. Army Corps. Of Engineers รวมทั้งสิ้น 2,517 โครงการ โดยการศึกษามุ่นเน้นวิธีการซ่อมบำรุงเป็นหลักเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการ overlay ในแต่ละสภาพบริการที่กำหนด โดยค่า PCI โดยนำเสนอแบบจำลองที่วิเคราะห์ไว้ดังสมการที่ 2.6

$$PCI = 100 - bx^{1.5} \quad (2.6)$$

โดยที่ X = อายุของสายทาง (เดือน)

B = ค่าคงที่ขึ้นกับประเภทของวิธีการซ่อมบำรุง เช่น Thin Overlay จะให้ค่า b = 0.0158 หรือ Thick Overlay จะให้ค่า b = 0.0129

Collura, Spring และ Black (1993) กล่าวว่าการประมาณอายุและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงที่แม่นยำและน่าเชื่อถือเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากสำหรับการบริหารจัดการงานทาง โดยการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบในหลายด้าน เช่น ปัจจัยทางด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสังคม ในการวางแผนงานบำรุงทางที่ดีไม่ควรพิจารณาเฉพาะการกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมเท่านั้น แต่ควรพิจารณาถึงวิธีการซ่อมบำรุงที่มีประสิทธิผลด้วย

ดังนั้นการกำหนดคาบเวลาและวิธีซ่อมบำรุงที่เหมาะสม จำเป็นต้องมีแบบจำลองพฤติกรรมทางเพื่อนำมาใช้ในการทำนายสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งในงานวิจัยได้เก็บข้อมูลสภาพและอายุของถนนในมลรัฐ Massachusetts ภายใต้ปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ประเภทการซ่อมบำรุง สภาพความเสียหายของถนน สภาพโครงสร้างชั้นทาง และปริมาณจราจร โดยได้นำเสนอแบบจำลองพฤติกรรมทางในรูปแบบ Exponential ดังสมการที่ 2.7

$$PCI = a\, e^{bt} + k \quad (2.7)$$

โดยที่ t = อายุบริการของถนน

a, b และ k = ค่าคงที่สัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลต่อแบบจำลอง

นอกจากนี้ยังได้เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายของงานบำรุงแต่ละประเภทได้แก่ Sand และ Chip Seal รวมทั้งวิธี Bituminous Overlay เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการซ่อมบำรุง ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปว่า

1. วิธีการบำรุงโดยการ Overlay สำหรับถนนที่มีปริมาณจราจรต่ำถึงปานกลางทำให้ถนนมีอายุการใช้งานเฉลี่ยนานกว่าการบำรุงด้วยวิธี Chip และ Sand Seal ประมาณ 4.8 ปี และ 5.6 ปี ตามลำดับ
2. เมื่อพิจารณาตัวแปรสภาพชั้นโครงสร้างทางและสภาพความเสียหายผิวทาง พบว่าปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลค่อนข้างสูงต่ออายุการใช้งานของถนน นอกจากนี้เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ถนนที่มีสภาพโครงสร้างชั้นทางดีกว่าจะมีอายุเฉลี่ยนานกว่าถนนที่มีโครงสร้างชั้นทางเลวกว่าประมาณ 6 ปี
3. เมื่อพิจารณารวมกับสภาพความเสียหายของผิวทางสามารถสรุปได้ว่า ถนนที่มีการดูแลรักษาให้มีสภาพดีทั้งผิวทางและโครงสร้างชั้นทางจะยืดอายุบริการให้นานกว่าถนนที่ไม่ได้รับการดูแลรักษาประมาณ 8.5 – 10 ปี

Sharma et al. (1994) ทำการศึกษาแบบจำลองการเสื่อมสภาพทางที่ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นผิวทางลาดยาง และผิวทางคอนกรีต จำนวน 113 สายทาง ในการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือ ทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และทางที่ก่อสร้างใหม่ โดยใช้ข้อมูลจากช่วงแรกมาทำการวิเคราะห์ ตัวแปรในการศึกษานี้ประกอบไปด้วยสถานะของทาง ปริมาณจราจร ภูมิอากาศ สภาพทาง ชนิดผิวทาง และระดับการบำรุงรักษา แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ตัวอย่างแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางตามดังสมการที่ 2.8

$$CRT = [0.55\ (MSN) - 5\ e\ (m \times PAGE)] + (m \times CRI \times t) \quad (2.8)$$

โดยที่ CR_T = Change in Cracking (%) over a time t year

CR_I = Initial Cracking (%)

CSAL = Change in Cumulative Standard Axles (msa)

MSN = Modified Structural Number

PAGE = Pavement Age since last Renewal (years)

m = Environmental Factor

T = Time Interval (years)

Paterson (1987) ได้เสนอแบบจำลองเพื่อทำนายความเสียหายของผิวทางประเภทรอยแตก (Cracking) โดยแบบจำลองนี้สามารถใช้ทำนายได้ทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางด้านอายุการใช้งาน หรือปริมาณจราจร แต่มีข้อเสียคือ มิได้ครอบคลุมทุกประเภทของผิวทาง ตัวอย่างแบบจำลองความเสียหายของผิวทางประเภทรอยแตกดังสมการที่ 2.9

$$CR_{it} = (1\text{-}z)\ 50 + z\ [z\ a_0\ a_1\ t_{ci} + z\ 0.5^{a1} + (1\text{-}z)\ 50^{a1}]^{1/a1} \quad (2.9)$$

โดยที่ CR_{it} = Area of Cracking at time t (% of the surface area)

t_{ci} = Time since Crack Initiation in time – based model (years)

z = 1, $t_{ci} \leq t_{50}$, otherwise z = -1

t_{50} = $(50^{a1} – 0.5^{a1}) / a_0\ a_1$

$a_0\ a_1$ = Coefficient Values

สำหรับแบบจำลองความเสียหายผิวทางประเภทหลุมบ่อ (Pothole) นั้น Paterson (1987) ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลที่ประเทศบราซิล กาน่า และเคนย่า โดยแบบจำลองเพื่อทำนายปริมาณหลุมบ่อนั้นจะมีปัจจัยที่ก่อให้เกิดหลุมบ่อ ได้แก่ รอยแตกผิวทางขนาดใหญ่ การหลุดร่อนของผิวทาง และการขยายตัวของหลุมบ่อเดิม ต่อมา Odoki (1997) ได้นำเสนอปัจจัยเพิ่มเติมซึ่งส่งผลต่อการเกิดหลุมบ่อเพิ่มเติม คือ ระยะเวลาในการดำเนินการปะซ่อมหลุมบ่อ

ขณะเดียวกัน Paterson (1987) ได้เก็บข้อมูลจาก Brazil – UNDP เพื่อทำการวิเคราะห์แบบจำลองความเสียหายของผิวทางสำหรับการเกิดร่องล้อ (Rutting) โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวน 2,546 ตัวอย่าง พบว่าร้อยละ 95 มีความลึกของร่องล้อตัวอย่างน้อยกว่า 8 มิลลิเมตร โดยแบบจำลองสำหรับการทำนายความลึกเฉลี่ยของร่องล้อ ดังตัวอย่างดังสมการที่ 2.10

$$RDM = AGE3^{0.166}\ SNC^{-0.502}\ COMP^{-2.3}\ NE_4^{ERM} \quad (2.10)$$

โดยที่ ERM = 0.0902 – 0.009 (RH) + 0.0384 (DEF) + 0.00148 (MMP) (CRX)

RDM = Mean Rut Depth (mm.)

NE_4 = Cumulative Number of Equivalent Standard Axles (esa)

SNC = Modified Structural Number of the Pavement

DEF = Mean Benkelman Beam Deflection in both Wheelpaths (mm.)

AGE3 = Age of Pavement since last Overlay or Construction (years)

COMP = Relative compaction in the Base, Sub – Based and Selected Subgrade Layers

MMP = Mean Monthly Precipitation (m/month)

CRX = Area of Indexed Cracking (%)

RH = Rehabilitation Factor

พรรณภา เหราบัตร และ สืบพงศ์ ไพศาลวัฒนา (2543) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อทาง เพื่อพัฒนาการเสื่อมสภาพทางในประเทศไทยโดยใช้ข้อมูล HDM – III ผลการศึกษาปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อทาง ได้แก่ การพังทลายแบบหนัก การพังทลายแบบเบา และปริมาณจราจร เป็นต้น แบบจำลองที่พัฒนามี 2 กลุ่ม คือ Post Maintenance และ Pre Maintenance โดยขึ้นอยู่กับการรวบรวมข้อมูล และแต่ละกลุ่มมี 2 แบบจำลองการเสื่อมสภาพคือ แบบจำลองการพังทลายแบบหนัก และแบบจำลองการพังทลายแบบเบา ตัวอย่างแบบจำลองการเสื่อมสภาพแบบหนักของภาคตะวันออกดังสมการที่ 2.11

$$Y = 0.00165\ (A \times 0.39766)\ (B \times 0.39601) \qquad (2.11)$$

โดยที่ Y = พื้นที่เสียหาย (%)

A = Change of Time Service

B = Change of Cumulative Equivalent Single Axe Load

วิศณุ ทรัพย์สมพล และคณะ (2543) ศึกษาพฤติกรรมของสายทางลาดยางในประเทศไทยเพื่อพัฒนาสภาพความเสียหายของสายทางลาดยาง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากลกับปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบได้แก่ อายุของสายทางภายหลังการเสริมผิวหรือบูรณะผิวทางแอสฟัลต์ ปริมาณจราจร สัดส่วนรถบรรทุกหนัก ปริมาณน้ำฝนต่อปี และความลาดชันของภูมิประเทศ โดยลักษณะความลาดชันของภูมิประเทศเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ กำหนดจากลักษณะความลาดชันของพื้นที่ (%Gradient) ไว้ 3 กลุ่มดังนี้ ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบ (Gradient 0 – 3%) ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสลับเนิน (Gradient 3 – 5%) ลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินสลับภูเขาจนถึงภูเขาสูง (Gradient > 5%) ผลการศึกษาสรุปว่าลักษณะความสัมพันธ์ของแบบจำลองที่มีความเหมาะสมที่สุดเป็นฟังก์ชัน Exponential โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจอยู่ระหว่าง 0.6 – 0.8 โดยแบบจำลองแสดงดังสมการที่ 2.12

$$IRI = a \times e^{[(b1 \times AGE) + (b2 \times AVG.AADT) + (b3 \times \%HV)]} \qquad (2.12)$$

โดยที่ IRI = ค่าดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)

AGE = อายุของสายทางภายหลังการเสริมผิวหรือบูรณะผิวทางแอสฟัลต์

AVG.AADT = ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน / วัน – 2 ช่องจราจร)

%HV = สัดส่วนรถบรรทุกหนัก (%)

a, b_1, b_2, b_3 = ค่าสัมประสิทธิ์แบบจำลองสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศ

Al-Omari และ Darter (1995) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากล กับค่าสภาพการให้บริการของทาง และความเสียหายของทาง (PSR) ในทางลาดยางและทางคอนกรีต โดยการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่อยู่ใน Strategic Highway Research Program's Long Term Pavement Performance (SHRP LTPP) โดยใช้ข้อมูลความเสียหาย คือ ร่องล้อ และดัชนีความขรุขระสากล ในการวิเคราะห์การถดถอย ผลการศึกษาความสัมพันธ์เป็นฟังก์ชันเส้นตรงดังสมการที่ 2.13

$$IRI = (57.56 \times RD) - 334.28 \quad (2.13)$$

โดยที่ IRI = ค่าดัชนีความเรียบสากล (ม. / กม.)

RD = ความลึกร่องล้อ (มม.)

Abdullah, Mansour และ Kumares (1994) ได้รวบรวมข้อมูลจาก Indiana Department of Transportation (INDOT) ระหว่างปี 1984 – 1987 เพื่อหาคาบเวลาและเกณฑ์ที่เหมาะสมในการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันด้วยวิธี Sand และ Chip Seal Coating โดยปัจจัยที่เลือกมาวิเคราะห์แบบจำลองพฤติกรรมทาง ประกอบด้วย 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่

1. ปัจจัยสภาพแวดล้อม แบ่งออกเป็น ภาคเหนือ และ ภาคใต้
2. ปัจจัยปริมาณจราจร (AADT) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ
   - 2.1 ปริมาณจราจรสูง: AADT > 2,000
   - 2.2 ปริมาณจราจรต่ำ: AADT $\leq$ 2,000

Martin (1996) ได้นำเสนอบทความเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองพฤติกรรมทางในรูปแบบ Deterministic Prediction Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่มีผลต่อแบบจำลองโดยได้แบ่งประเภทของแบบจำลองไว้ดังนี้

1. **Mechanistic Model** ถูกพัฒนามาจากกระบวนการทดลองทางวิศวกรรมซึ่งดำเนินการในห้องปฏิบัติการหรือโครงการนำร่องต่างๆ โดยใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเช่น ทฤษฎีอีลาสติก เพื่อศึกษาพฤติกรรมของถนนภายใต้น้ำหนักบรรทุกและสภาพแวดล้อมต่างๆ จากนั้นจึงนำมาสร้างเป็นแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปเช่น การแอ่นตัวของชั้นโครงสร้าง

และผิวทาง กำลังวัสดุ และลักษณะทางกายภาพอื่นๆของถนนกับตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลต่อแบบจำลองดังกล่าว

2. **Mechanistic-Empirical Model** เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมาโดยอ้างอิงหลักฐานทางทฤษฎีที่มีการพิสูจน์ในอดีตเกี่ยวกับผลกระทบต่อแบบจำลองจากตัวแปรอิสระต่างๆ ทฤษฎีส่วนใหญ่มาจากการทดลองแบบจำลอง Mechanistic แต่ได้มีการปรับแก้โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อหารูปแบบสมการที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยโดยข้อมูลต่างๆมาจากการสำรวจภาคสนามและค้นคว้าจากฐานข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง แบบจำลองดังกล่าวต้องมีการกำหนดขอบเขตและข้อจำกัดการนำไปใช้งานซึ่งเหมาะสมเฉพาะในบางสถานการณ์เท่านั้น นอกจากนี้แบบจำลองยังสามารถเชื่อมโยงรูปแบบความสัมพันธ์ที่มีปฏิกิริยาต่อกันระหว่างความเสียหายแต่ละชนิดเช่น ความสัมพันธ์ระหว่าง Rutting กับ Cracking เป็นต้น ดังนั้นเมื่อสามารถทราบถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวประกอบกับการปรับแก้แบบจำลองอย่างถูกต้องตามทฤษฎีก็อาจนำมาประยุกต์ใช้ในงานที่นอกเหนือจากขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้
3. **Empirical Model** ถูกวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการทางสถิติเป็นหลัก ส่วนใหญ่จะใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยจากข้อมูลที่รวบรวมมาจากภาคสนามจริง แบบจำลองดังกล่าวมีประโยชน์อย่างมากเมื่อไม่สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมโดยวิธี Mechanistic ได้ อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่ได้มีขอบเขตการใช้งานและไม่เหมาะสมที่จะนำมาคาดการณ์ในส่วนที่นอกเหนือจากขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

จากที่กล่าวมาตอนต้นทำให้ทราบว่าลักษณะของแบบจำลองที่มีการใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นแบบที่ 2 และ 3 แต่การเข้าใจลักษณะพื้นฐานที่แตกต่างกันของแบบจำลองแต่ละประเภทยังมีความจำเป็นสำหรับการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ สำหรับในงานวิจัยฉบับนี้วิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองลักษณะที่ 2 เป็นเกณฑ์ เนื่องจากปัจจัยบางตัวได้นำมาจากการค้นคว้าในงานวิจัยที่ผ่านมาและนำมาปรับปรุงให้สอดคล้องกับการใช้งานในประเทศไทยแต่ทั้งนี้การวิเคราะห์แบบจำลองดังกล่าวมีข้อจำกัดที่สำคัญ 2 ลักษณะได้แก่

1. **Multicolinearity** แบบจำลองประเภท Mechanistic-Empirical และ Empirical จะมีปัญหาในเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์เชิงซ้อน โดยตัวแปรอิสระบางกลุ่มที่นำมาวิเคราะห์จะมีความสัมพันธ์กันเองและบางครั้งก็มีนัยสำคัญ ซึ่งที่ทราบกันโดยทั่วไปก็ได้แก่ ตัวแปรอายุถนนกับตัวแปรปริมาณจราจรโดยเฉพาะเมื่อ

แปลงปริมาณจราจรให้มาอยู่ในรูปของ Cumulative Equivalent Standard Axles (CESA) จะทำให้มีความสัมพันธ์กันสูงมาก

2. **Model Fit** ในอดีตแบบจำลองที่พัฒนาได้จะมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่น Cracking และ Rutting Model ของธนาคารโลกมีค่า R^2 เพียง 0.37 หรือ ARRB Roughness Progression ที่มีการพัฒนาขึ้นภายหลังก็ให้ค่า R^2 เพียง 0.5 เท่านั้น แต่ในปัจจุบันมีแบบจำลองหลายลักษณะที่มีการใช้ดัชนีพฤติกรรมทางเช่น PCI หรือ PSI เป็นตัวแปรตามซึ่งทำให้ค่า R^2 สูงขึ้น

ดังนั้นจากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมทางสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อม (Environmental Characteristics)
2. ปริมาณจราจร (Traffic)
3. ความหนาในการ Overlay (Overlay Thickness)
4. ชนิดและสภาพความเสียหาย (Distress Type and Density)
5. โครงสร้างชั้นทาง (Structural of Pavement)
6. สภาพบริการก่อนการ Overlay (Serviceability before Overlay)
7. วิธีการซ่อมบำรุง (Treatment Policy)

นอกจากนี้อาจสังเกตได้ว่าลักษณะของแบบจำลองพฤติกรรมทางมีความแตกต่างกันตามสภาพของแหล่งข้อมูลและความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน โดยคำนึงถึงกลุ่มปัจจัยอิสระที่มีความสำคัญกับการพัฒนาแบบจำลองเป็นหลัก ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมควรคำนึงถึงสภาพพื้นที่ ความสมบูรณ์และความสามารถในการเก็บข้อมูล และที่สำคัญที่สุดควรสอดคล้องต่อการนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผล

2.5 สรุป

งานบำรุงรักษาทางหลวงชนบทนั้น หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบได้แก่ สำนักบำรุงทาง สำนักทางหลวงชนบท และสำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัด ในส่วนของกิจกรรมงานบำรุงปกตินั้นทางสำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศเป็นผู้ปฏิบัติงาน และสำนักบำรุงทางเป็นผู้จัดสรรงบประมาณให้แก่สำนักงานทางหลวงชนบทจังหวัดทั่วประเทศ กิจกรรมงานบำรุงปกติในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทแบ่งออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ งานบำรุงปกติผิวทาง งานบำรุงปกติประเภทงานจราจรสงเคราะห์ งานตัดหญ้าและดูแลเขตทาง และงานดูแลอาคาร

ระบายน้ำ โดยกิจกรรมงานบำรุงปกติเป็นกิจกรรมซึ่งการบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการขับขี่ และป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่วงกว้างออกไป แต่ทั้งนี้งานบำรุงปกติจะไม่รวมถึงงานที่เกี่ยวกับการเสริมแต่งปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อทำให้ทางหลวงมีสภาพดีกว่าเดิม

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติงานทางพบว่าการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติส่วนใหญ่จะใช้แบบจำลองในการประมาณค่าใช้จ่ายในงานบำรุงปกติ โดยปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติประกอบไปด้วยดัชนีราคาหินคลุกและลูกรัง อายุการใช้งาน และปริมาณจราจร ซึ่งแบบจำลองค่าใช้จ่ายงานบำรุงปกติดังกล่าวมิได้พิจารณาถึงวิธีการซ่อมบำรุงในแต่ละประเภททำให้ไม่สามารถนำมาใช้การวางแผนงบประมาณงานบำรุงปกติงานทางได้อย่างเหมาะสม และเกิดความถูกต้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อผิวทาง ประกอบไปด้วยหลายปัจจัย เช่น อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี สภาพแวดล้อม การซ่อมบำรุงรักษา คุณภาพในการดำเนินงานก่อสร้าง ตลอดจนคุณภาพของวัสดุ ซึ่งในแต่ละประเทศย่อมมีความแตกต่างกัน อีกทั้งแต่ละปัจจัยย่อมส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญในระดับที่มาก และน้อยแตกต่างกัน โดยในการนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพิจารณาปัจจัยซึ่งสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง และตลอดจนความเหมาะสมกับข้อมูลภายในประเทศเพื่อให้การนำไปใช้ในการวิจัยให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ มีความถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การเก็บรวมรวมข้อมูล

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของทางสภาพของทาง มีความแตกต่างกัน และคล้ายคลึงกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้พยายามพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติผิวทางให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งเนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้มีความครบถ้วน และมีความถูกต้องก็จะส่งผลให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือด้วยเช่นกัน

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมทางสามารถจัดเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. สภาพแวดล้อม (Environmental Characteristics)
2. ปริมาณจราจร (Traffic)
3. ความหนาในการ Overlay (Overlay Thickness)
4. ชนิดและสภาพความเสียหาย (Distress Type and Density)
5. โครงสร้างชั้นทาง (Structural of Pavement)
6. สภาพบริการก่อนการ Overlay (Serviceability before Overlay)
7. วิธีการซ่อมบำรุง (Treatment Policy)

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาผลของปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ลักษณะของแบบจำลองพฤติกรรมทางมีความแตกต่างกันตามสภาพของแหล่งข้อมูลและความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมควรคำนึงถึงสภาพพื้นที่ ความสมบูรณ์ ความสามารถในการเก็บข้อมูล และที่สำคัญที่สุดควรสอดคล้องต่อการนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิผล ดังนั้นในการคัดเลือกปัจจัยสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาแบบจำลอง ควรคัดเลือกปัจจัยซึ่งมีความเหมาะสมกับสภาพข้อมูลในประเทศไทย ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความถูกต้องของข้อมูล สำหรับปัจจัยซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลในประเทศไทย และใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบไปด้วยตัวแปรอิสระต่างๆได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ที่มีผลต่อ

ปริมาณงานบำรุงรักษาผิวทาง ได้แก่ กิจกรรมการปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching) ซึ่งกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลประวัติการดำเนินงานบำรุงรักษาผิวทาง โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง(Deep Patching) ข้อมูลดังกล่าวได้รวบรวมจากรายงานสรุปผลการปฏิบัติงานซ่อมบำรุงปกติ ประจำปีงบประมาณ 2552 และปีงบประมาณ 2553 สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ซึ่งได้รวบรวมปริมาณงานบำรุงปกติจากสำนักทางหลวงชนบทจังหวัด
2. ข้อมูลอายุการใช้งานของผิวทาง (Pavement Service life) เป็นอายุการใช้งานของสายทางนับจากเมื่อเริ่มทำการเสริมผิวทางใหม่ (Overlay) การบูรณะผิวทางใหม่ (Rehabilitation) หรือการก่อสร้างใหม่ (Reconstruction)
3. ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) เป็นข้อมูลที่สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ได้ดำเนินการสำรวจอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปปริมาณจราจรแบ่งประเภทออกเป็น 5 ลักษณะโดยสำนักบำรุงทาง (2551) คือ
    1. การจราจรปกติ (Normal Traffic) คือ การจราจรนี้เกิดขึ้นตามสภาวะเศรษฐกิจประจำวันในพื้นที่เขตอิทธิพลของทางนั้น โดยทั่วไปแล้วประกอบด้วยการจราจรในท้องถิ่น (Local Traffic) ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของการเดินทางอยู่ในเขตอิทธิพลของถนนเท่านั้น อีกประเภทหนึ่ง คือ การจราจรผ่านเขตท้องถิ่น (Through Traffic) ซึ่งมีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางอยู่นอกเขตอิทธิพลของถนนสายนั้น
    2. การจราจรเกิดใหม่ (Generated Traffic) การจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากความสะดวก เพราะได้มีการปรับปรุงทางเก่าให้มีสภาพดีขึ้น ระยะทางสั้นลง ในสภาวะเศรษฐกิจปกติ การปรับปรุงเส้นทางเดิม ทำให้มีความสะดวกในการเดินทาง ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง จึงทำให้เกิดการเดินทางเพิ่มขึ้น
    3. การจราจรที่เกิดจากการพัฒนาพื้นที่ (Development Traffic) คือ การจราจรที่เกิดใหม่นอกเหนือจากการจราจรปกติ เกิดขึ้นเนื่องจากความสะดวกสบาย และลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นผลมาจากการที่ได้มีการตัดถนนสายใหม่เข้าไปสู่ท้องถิ่นนั้นส่งผลให้มีการพัฒนาทาง

เศรษฐกิจดีขึ้น ผลิตผลทางเกษตรผลิตได้มากขึ้น เพราะสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกและขนออกสู่ตลาดได้ง่าย เช่น ยานพาหนะที่บรรทุกสินค้า ซึ่งเกิดจากการพัฒนาเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอันเนื่องมาจากการปรับปรุงถนน

4. การจราจรเปลี่ยนเส้นทาง (Diverted Traffic) คือ การจราจรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการลดระยะการเดินทาง ลดเวลาและค่าใช้จ่าย ตลอดจนมีความสะดวกสบายในเส้นทางใหม่ ทำให้ผู้ใช้ทางเก่าหรือการขนส่งทางอื่นมาใช้สายทางใหม่
5. การจราจรพิเศษ (Special Traffic) คือ การจราจรที่มิได้เกิดขึ้นตามปกติ ดังกล่าวมาแล้วทั้ง 4 ประเภท เช่น รถบรรทุกขนคนงาน เครื่องจักร วัสดุก่อสร้างซึ่งทำงานระหว่างหน่วยงานก่อสร้างขนาดใหญ่

ขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูลปริมาณจราจรมีวิธีการในการสำรวจดังนี้

1. การนับรถแยกประเภท (Classified Count) การสำรวจถนนที่เป็นเส้นทางเดิมจะต้องใช้คนนับแยกประเภทรถติดต่อกันหลายๆ วันและวันละหลายชั่วโมงเพื่อดำเนินการหาค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) โดยระยะเวลาในการสำรวจต้องดำเนินการไม่ต่ำกว่า 3 วันวันละ 8 ชั่วโมง และต้องเป็นวันหยุดสุดสัปดาห์ 1 วัน จะเป็นวันเสาร์หรือวันอาทิตย์ก็ได้ และถ้าท้องถิ่นใดมีตลาดนัดสำคัญ จะต้องทำการแจงนับในวันที่ตลาดเปิดทำการค้าขาย 1 วันด้วย ส่วนในวันนักขัตฤกษ์และวันหยุดราชการพิเศษไม่ควรทำการสำรวจเพราะจะได้รูปแบบของปริมาณการจราจรที่ผิดจากความเป็นจริง การเลือกจุดสำรวจจะต้องเลือกกำหนดจุดที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการจราจรหรือการกระจายของปริมาณการจราจรในถนนแต่ละช่วงที่มีชนิด สภาพของผิวจราจร ความกว้างของผิวจราจรและไหล่ทางเท่ากันโดยตลอดจุดสำรวจไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณตัวเมืองหรือหมู่บ้าน เพื่อหลีกเลี่ยงการนับการจราจรในท้องถิ่นที่วิ่งในระยะสั้นๆ และจุดสำรวจ ไม่ควรเลือกจุดที่อยู่ใกล้แหล่งชุมนุมชนใหญ่ของยานพาหนะเช่น ใกล้โรงงาน อู่จอดรถโดยสารร้านค้า โรงเรียน จำนวนผู้สำรวจ
2. การนับปริมาณการจราจรโดยการใช้เครื่องอัตโนมัติ (Automatic Traffic Counts) การใช้เครื่องอัตโนมัติโดยใช้สายยางติดตั้งพาดขวางถนนแล้ว

นำมาประกอบกับสวิตช์ลมภายในตัวเครื่องเป็นตัวช่วยในการนับรถ และทุก ๆ 15 นาที หรือ 1 ชั่วโมง เครื่องนับรถก็จะพิมพ์ตัวเลขบอกจำนวนรถที่แล่นผ่านจุดสำรวจ ในปัจจุบันเครื่องมือสำรวจปริมาณจราจรสามารถแยกประเภทของยานพาหนะ วัดความเร็ว วัดช่วงต่อของยวดยาน (Headway) การจัดเก็บข้อมูลอาจถ่ายทอดจากที่ติดตั้งอยู่ในสนามผ่านเครือข่ายโทรศัพท์ไปยังที่ทำการได้

การสำรวจปริมาณจราจรได้แบ่งประเภทของยานพาหนะเป็น 12 ประเภทดังนี้

1. จักรยานยนต์และสามล้อเครื่อง
2. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน
3. รถยนต์นั่งส่วนบุคคลมากกว่า 7 คน
4. รถโดยสารขนาดกลาง
5. รถโดยสารขนาดใหญ่
6. รถบรรทุก 10 ล้อ
7. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วงจำนวน 3 เพลา
8. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วงจำนวน 4 เพลา
9. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วงจำนวน 5 เพลา
10. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วงจำนวน 6 เพลา
11. รถบรรทุก 10 ล้อพ่วงประเภทบีดับเบิล
12. รถบรรทุก 10 ล้วงพ่วงประเภทเทรเลอร์

ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) หมายถึง ปริมาณการจราจรทั้งหมดในช่วงใดช่วงหนึ่งที่ทำการสำรวจ หารด้วยจำนวนวันที่ทำการสำรวจ

$$ADT = \frac{\text{ปริมาณการจราจรทั้งหมดที่สำรวจได้}}{\text{จำนวนวันที่ทำการสำรวจ}}$$

ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) หมายถึง ผลรวมของปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน ที่สำรวจใน 1 ปี หารด้วยจำนวนครั้งที่สำรวจ

$$AADT = \frac{\text{ผลรวมของปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันที่สำรวจได้ใน 1 ปี}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการสำรวจ}}$$

สำหรับการแบ่งช่วงของปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีตามมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศที่กำหนดโดยกรมทางหลวง แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีตามมาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงทั่วประเทศ

มาตรฐานชั้นทาง	**ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (คันต่อวันต่อปี)**
พิเศษ	มากกว่า 8,000
1	4,000 – 8,000
2	2,000 – 4,000
3	1,000 – 2,000
4	300 – 1,000
5	น้อยกว่า 300

4. ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก (Heavy Truck Volume: HV) หมายถึง ผลรวมรถบรรทุกหนัก ซึ่งประกอบไปด้วยรถโดยสารขนาดใหญ่ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อพ่วง 3 เพลา 4 เพลา 5 เพลา และ 6 เพลา รถ 10 ล้อพ่วงประเภทบีดับเบิล และรถ 10 ล้อพ่วงประเภทเทรเลอร์พ่วงเป็นข้อมูลที่สำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท สำรวจและจัดเก็บข้อมูล โดยทั่วไปข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนักดำเนินการจัดเก็บพร้อมกับปริมาณจราจรบนทางหลวงชนบท โดยกำหนดปริมาณรถบรรทุกหนักออกเป็น 6 กลุ่ม ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สภาพลักษณะของข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก

กลุ่มของปริมาณรถบรรทุกหนัก	**ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก (คันต่อวันต่อปี)**
1	HV น้อยกว่า 20
2	$20 < HV \leq 50$
3	$50 < HV \leq 100$
4	$100 < HV \leq 200$
5	$200 < HV \leq 500$
6	HV มากกว่า 500

5. ข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม เป็นข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมซึ่งในแต่ละจังหวัดมีข้อมูลแตกต่างกันออกไปตามพื้นที่ ข้อมูลโครงสร้างชั้นดินเดิมได้จัดเก็บ และรวมรวมโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท โดยทั่วไปโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมจะมีค่า California Bearing Ration (CBR) ที่ 95% Modified Proctor เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณร้อยละ 3 – 20 โดยได้แบ่งลักษณะกลุ่มของโครงสร้างชั้นดินเดิมออกเป็น 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สภาพลักษณะของโครงสร้างชั้นดินเดิม

กลุ่มของโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	ลักษณะของโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	ค่า % CBR ของแต่ละโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม
1	ดินแข็งมาก	มากกว่า 7
2	ดินแข็งปานกลาง	3 – 7
3	ดินอ่อนมาก	น้อยกว่า 3

6. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนโดยกรมอุตุนิยมวิทยาสำรวจ และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนกระจายอยู่ทั่วประเทศ ปัจจุบันมีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนออนไลน์ทั้งสิ้นจำนวน 463 สถานีสามารถเชื่อมต่อและรายงานปริมาณน้ำฝนได้อย่างทันทีโดยข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองเป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มแสดงดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สภาพลักษณะของข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (มม.ต่อปี)	ลักษณะของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี
0 – 1,000	น้อย
1,000 – 2,000	ปานกลาง
มากกว่า 2,000	มาก

3.2 การตรวจสอบและคัดเลือกสายทาง

เป็นขั้นตอนการคัดเลือกสายทาง และตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลปริมาณงานขุดซ่อมผิวทาง และปะซ่อมผิวทาง โดยพิจารณาสายทางที่มีการเก็บข้อมูลอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เพื่อใช้ในวิเคราะห์ปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงาน และพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางลาดยาง โดยมีแนวทางในการคัดเลือกสายทางดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกสายทางเป็นสายทางในความรับผิดชอบโดยกรมทางหลวงชนบท ผิวทางลาดยาง และมีจำนวนช่องจราจรจำนวน 2 ช่องจราจร
2. ตรวจสอบอายุการใช้งานผิวทาง ดำเนินงานโดยการตรวจสอบประวัติการซ่อมบำรุงครั้งล่าสุดที่ดำเนินการ โดยกิจกรรมซึ่งมีการนับอายุการใช้งานผิวทางใหม่ ได้แก่ การเสริมผิวแอสฟัลติกคอนกรีต การบูรณะผิวทางแอสฟัตติกคอนกรีต และการก่อสร้างสายทางใหม่ ซึ่งข้อมูลอายุการใช้งานผิวทางต้องมีความสอดคล้องกับประวัติการซ่อมบำรุง
3. ตรวจสอบการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ตลอดจนข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนักว่ามีความครบถ้วน และเป็นข้อมูลล่าสุดเพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทางที่เกิดขึ้นในปีปัจจุบัน
4. ตรวจสอบการจัดเก็บข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมในสายทาง
5. ตรวจสอบข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ซึ่งอาศัยข้อมูลของกรมอุตินิยมวิทยาต้องสอดคล้องกับตำแหน่งที่ตั้งของสายทาง

จากการคัดเลือกและตรวจสอบสายทางทั้งหมดที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานผิวทางได้สายทางตัวอย่างซึ่งกระจายอยู่ทั่วประเทศทั้งสิ้น 1,744 ตัวอย่าง (กิโลเมตร) และ 1,488 ตัวอย่าง (กิโลเมตร) สำหรับกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทางตามลำดับ

3.3 สรุป

บทนี้ได้กล่าวถึงการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง ขั้นตอนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง คือ กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง และกิจกรรมปะซ่อมผิวทางปัจจัยที่คาดว่าส่งผลกระทบกับการปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง คือ อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณ

จราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณน้ำฝนต่อปี ตลอดจนโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ขั้นตอนที่สองเป็นการคัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา โดยการคัดเลือกสายทางเป็นผิวทางชนิดลาดยางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท โดยปัจจัยที่พิจารณานั้นต้องเป็นสายทางที่มีความครบถ้วนของข้อมูลทั้งในส่วนของอายุการใช้งาน ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอายุการใช้งานผิวทาง ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบถึงประวัติการซ่อมบำรุง และประวัติการก่อสร้างสายทาง เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง และครบถ้วน ทำให้การนำไปใช้ในการพัฒนาวิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทางมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ผ่านมาได้กล่าวถึงข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง ซึ่งในบทนี้กล่าวถึงการนำข้อมูลอายุการใช้งานผิวทาง ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก ข้อมูลโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี มาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หาปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง ซึ่งใช้ในการพัฒนาแบบจำลองต่อไป

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) และปริมาณขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching) เพื่อพิสูจน์ว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลกระทบต่อปริมาณงาน ซึ่งนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองในขั้นตอนต่อไป การวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง แต่ละแบบจำลองแบ่งเนื้อหาเป็น 3 ส่วนคือ การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) และการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงาน รายละเอียดดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

การทำวิจัยข้อมูลที่ได้มาส่วนใหญ่เป็นข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งต้องมีการคำนวณค่าสถิติหรือใช้วิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปลักษณะของประชากร และเป็นตัวแทนที่ดีสำหรับการนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการแจกแจง หรือลักษณะของข้อมูลตัวอย่างเพื่อที่ได้อ้างอิงถึงลักษณะประชากรต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยเทคนิคทางสถิติต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การทดสอบสมมติฐาน และการวิเคราะห์ความถดถอย มีเงื่อนไขว่า ตัวแปรหรือตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ เนื่องจากการศึกษาสถิติเป็นการศึกษาถึงลักษณะที่สำคัญของประชากร แต่ส่วนใหญ่ข้อมูลที่มีอยู่ หรือเก็บรวบรวมมาได้เป็นข้อมูลตัวอย่าง จึงต้องการวิเคราะห์ตัวอย่างนั้น เพื่ออ้างอิงถึงลักษณะของประชากร หรือบางครั้งต้องการพยากรณ์ค่าของตัวแปรในอนาคตโดยใช้ข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งการเทคนิคการวิเคราะห์

ข้อมูลมีเงื่อนไขเกี่ยวกับการแจกแจงของข้อมูลต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งผลการตรวจสอบสรุปได้ว่ามีการแจกแจงแบบปกติจึงสามารถใช้การวิเคราะห์ทางสถิติดังที่กล่าวข้างต้นได้ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551)

นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาในอดีตของนันทา วงษ์วิโรจน์ (2532) เกี่ยวกับสถิติทดสอบที่มีการแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออำนาจการทดสอบของสถิติแบบต่างๆ มากที่สุดคือ อัตราการเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร รองลงมาคือ ลักษณะการแจกแจงของประชากร ซึ่งในกรณีที่ข้อมูลไม่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ ให้ผลการทดสอบได้ไม่ดีเท่าที่ควร นอกจานนั้นจากการศึกษาการจำแนกกลุ่มสองกลุ่มระหว่างการวิเคราะห์ความถดถอยทวิและการจำแนกประเภทเมื่อตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบเบ้ของบุญกอง ทะกลโยธิน (2535) พบว่าลักษณะการแจกแจงของตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการจัดกลุ่ม โดยที่การแจกแจงแบบปกติให้ประสิทธิภาพการจัดกลุ่มสูงกว่าการแจกแจงแบบเบ้ ทำนองเดียวกันจากการศึกษาของสตรีรัตน์ เกิดสว่าง (2548) เกี่ยวกับการเปรียบเทียบเทคนิคการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติพบว่า ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อสมมติของระเบียบวิธีการสถิติอิงพารามิเตอร์มีสมมติฐานที่สำคัญคือ ตัวอย่างสุ่มมาจากประชากรที่มีการแจกแจงแบบปกติ หากตัวอย่างที่สุ่มมามีการแจกแจงแบบปกติแล้วทำให้การทดสอบแม่นยำ และผลสรุปได้มีความน่าเชื่อถือ

การตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลปกติที่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน สามารถตรวจสอบได้ 2 วิธี ได้แก่ การพิจารณาแผนภูมิ เช่น ฮิสโตแกรม (Histogram) แผนภาพลำต้นและใบ และ Normal Probability Plot และการใช้สถิติทดสอบ เช่น Kolmogorov – Sminov Test (KS) และ Levene’s Test

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ทำการทดสอบโดยการใช้สถิติทดสอบโดยวิธี KS เนื่องจากจำนวนตัวอย่างสำหรับใช้ในการวิเคราะห์มีขนาดใหญ่ โดยทั่วไปนิยมใช้วิธี KS เมื่อมีจำนวนตัวอย่างมากกว่าหรือเท่ากับ 50 ตัวอย่าง (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) จากการศึกษางานวิจัยในอดีตที่ผ่านมาพบว่า การทดสอบโดยวิธี KS เป็นวิธีการทดสอบที่นิยมวิธีหนึ่งสำหรับใช้ในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล เช่น การพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางลาดยางในถนนที่มีปริมาณจราจรต่ำโดยวิธีลูกโซ่มาร์คอฟ (วีระชัย วงษ์วีระนิมิตร และวิศณุ ทรัพย์สมพล, 2547) นอกจากนั้นจากการศึกษาของสายทอง แจ่มใจ (2547) เกี่ยวกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี (Goodness – of – Fit Test) พบว่า ในกลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 100 ตัวอย่าง สถิติทดสอบ Anderson – Daring และสถิติทดสอบ KS มีกำลังการทดสอบสูง และมีค่าการทดสอบใกล้เคียงกันในการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบโดยวิธี KS เป็นการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าฟังก์ชันการแจกแจงข้อมูลตัวอย่าง กับค่าฟังก์ชันการแจงแจกสะสมของข้อมูล ภายใต้สมมติฐานว่าข้อมูลมี

การแจกแจงแบบปกติ โดยถ้าค่าความแตกต่างต่ำแสดงว่าการแจกแจงเป็นปกติ (กัลยา วานิชย์บัญชา , 2550) ตัวอย่างการตั้งสมมติฐานสำหรับการทดสอบการแจกแจงแบบปกติแสดงตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างการตั้งสมมติฐานของข้อมูลโดยวิธี Kolmogorov – Sminov Test สำหรับการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	สมมติฐาน
อายุการใช้งานผิวทาง	H_0 : อายุการใช้งานผิวทางมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : อายุการใช้งานผิวทางไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	H_0 : ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

กรณีที่การทดสอบไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ ทำให้ไม่สามารถดำเนินการทดสอบทางสถิติอิงพารามิเตอร์ได้ แต่มีข้อยกเว้นสำหรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เพียงพอ อาจไม่จำเป็นต้องทดสอบการแจกแจงของข้อมูล อ้างอิงตามกฎจำนวนมาก (The Law of Large Number) ซึ่งกล่าวว่าถ้าเพิ่มจำนวนของตัวอย่างมากขึ้นแล้ว ความแปรปรวนของข้อมูลจะมีค่าลดลง และเมื่อมีค่ามากขึ้นจนเข้าสู่อนันต์ ค่าเฉลี่ย ค่าฐานนิยม และค่ามัธยฐานจะมีค่าใกล้เคียงกัน (Grimmett and Stirzaker, 1992) โดยทั่วไปถ้าเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จากการทดลอง และการวัดตัวอย่างกำหนดว่าควรมีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 100 ตัวอย่างขึ้นไป (อำนาจ วังจีน, 2550)

นอกจากนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากรทั้งหมด ในกรณีที่มีการนำข้อมูลตัวอย่างที่อาจจะมีการแจกแจงแบบปกติ หรือไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ไปทดสอบทางสถิติอิงพารามิเตอร์ เช่น การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความถดถอย สามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลตัวอย่างที่นำมาทดสอบโดยอาศัยการทดสอบการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างของข้อมูลที่สามารถนับได้ (Finite Population) ซึ่งการวิเคราะห์ดังสมการที่ 4.1

$$n = \frac{N}{1+ N(e^2)} \tag{4.1}$$

โดยที่ n = จำนวนข้อมูลของการสุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนข้อมูลของประชากรทั้งหมด

e = ความคลาดเคลื่อนของการการสุ่มตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

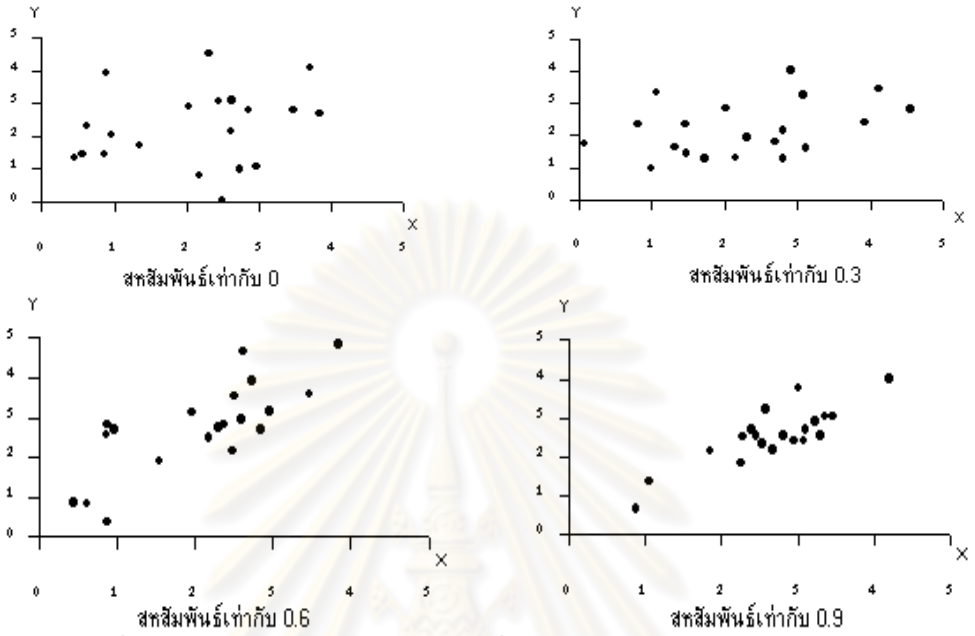
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นค่าชี้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีการเกาะกลุ่มของจุดรอบๆ แนวเส้นตรงใกล้ชิดหรือกระจายห่างออกจากเส้นตรง และบอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่ามากหรือน้อย เช่น

- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0 การกระจายของจุดกระจัดกระจายไม่เกาะกลุ่มรอบเส้นตรง แม้ทราบค่าตัวแปร x ก็ไม่ช่วยให้ทราบค่าตัวแปร y เพราะตัวแปรไม่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันในรูปแบบเส้นตรง
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ประมาณ 0.3 การกระจายของจุดเกาะกลุ่มเริ่มเห็นรูปแบบของเส้นตรงบ้างเล็กน้อย ค่าตัวแปร x และค่าตัวแปร y มีความสัมพันธ์กันอย่างอ่อนๆ
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ประมาณ 0.6 การกระจายของจุดเกาะกลุ่มเห็นรูปแบบของเส้นตรงชัดเจนมากขึ้น ค่าตัวแปร x และค่าตัวแปร y มีความสัมพันธ์กันมากขึ้น
- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 การกระจายของจุดเกาะกลุ่มแน่นขึ้นในแนวเส้นตรง ยิ่งค่าเข้าใกล้ 1 มากขึ้นเท่าใด ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรก็ยิ่งมากขึ้น

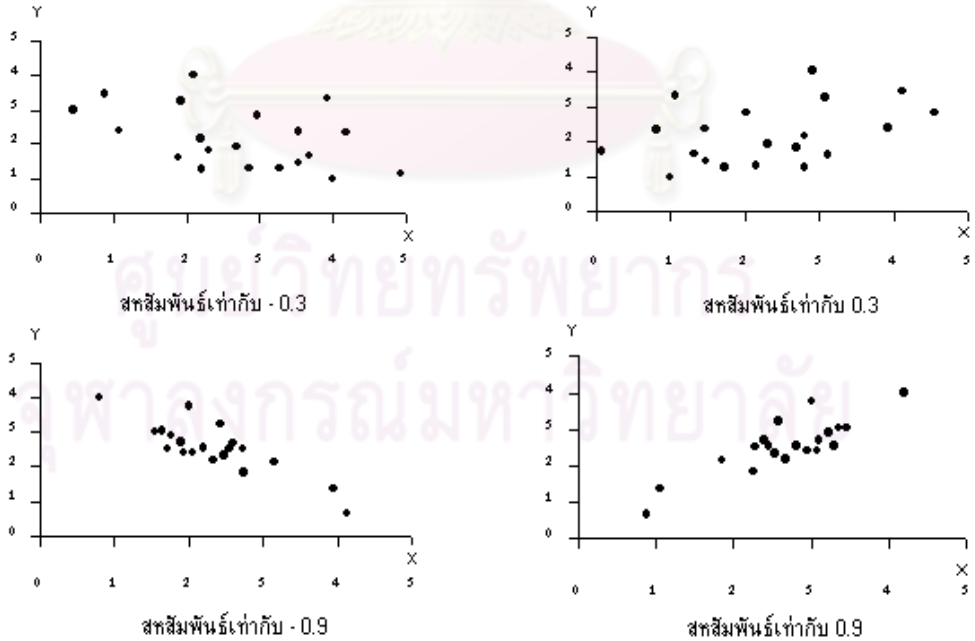
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าไม่เกิน 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 เรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ โดยจุดทั้งหมดจะตกลงบนแนวเส้นตรงพอดี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างแท้จริง คือถ้าทราบค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งก็สามารถทำนายค่าตัวแปรอีกตัวหนึ่งได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างการกระจายของข้อมูลดังแสดงภาพที่ 4.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่กล่าวมาเป็นค่าที่บอกระดับความสัมพันธ์ในทางบวก เมื่อค่าตัวแปร x เพิ่มขึ้นค่าตัวแปร y จะเพิ่มขึ้นและเมื่อค่าตัวแปร x ลดลงค่าตัวแปร y จะลดลง แต่ตัวแปรอาจมีความสัมพันธ์ในเชิงลบได้ กล่าวคือเมื่อค่าตัวแปร x เพิ่มขึ้นค่าตัวแปร y จะลดลง และค่าตัวแปร x ลดลงค่าตัวแปร y จะเพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ทางลบจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เป็นลบ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เข้าใกล้ -1 จุดจะเกาะกลุ่มกันแน่นเป็นแนวเส้นตรงในแผนภาพการกระจาย โดยเส้นตรงนั้นเป็นเส้นตรงที่ลาดลงจากมุมบนซ้ายไปยังมุมล่างขวา คือถ้าเส้นตรงชัดสูงขึ้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็นบวก และถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลาดลงจะมีความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าเป็นลบ หากจุดทุกลงตกลงบนเส้นตรงที่ลาดลง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น -1 นั้นคือ ตัวแปรมีความสัมพันธ์เป็นลบอย่างสมบูรณ์ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์เล็กน้อยทางลบ ก็จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ใกล้ศูนย์ทางลบ เช่น -0.3 แสดงดังรูป 4.2

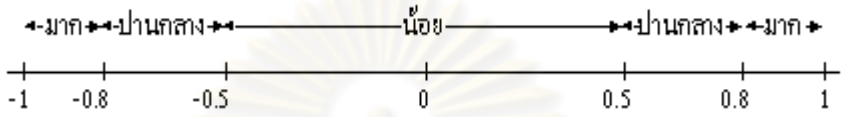


ภาพที่ 4.1 การกระจายของข้อมูล 4 ชุดที่มีค่ากลางและการกระจายเหมือนกัน แต่ละความสัมพันธ์แตกต่างกัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)



ภาพที่ 4.2 แผนภาพการกระจายของข้อมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นบวกและลบ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าระหว่าง 1 และ -1 เสมอ และเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย ขนาดของค่าบอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่าสูงหรือต่ำเพียงใด โดยที่ขนาดของค่าไม่ขึ้นกับหน่วยวัดของตัวแปร โดยภาพที่ 4.3 แสดงการแบ่งช่วงของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่บอกความสัมพันธ์ระดับต่างๆ เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บอกทิศทางความสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าเป็นบวกเมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และค่าเป็นลบเมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าลดลดลงและตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.3 ระดับความสัมพันธ์สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)

สัญลักษณ์แทนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ r เมื่อรวบรวมข้อมูลค่าตัวแปร x และค่าตัวแปร y มาจำนวน n คู่คือ (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), …, (x_n, y_n) ก็จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามสมการที่ 4.2

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})}} \qquad (4.2)$$

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางประกอบไปด้วยกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทาง ดังนั้นควรทำการตรวจสอบปัจจัยต่างๆ เช่น อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก ประเภทโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมีผลกระทบต่อปริมาณการปะซ่อมผิวทาง และปริมาณปะซ่อมผิวทางโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นข้อมูลเชิงปริมาณแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง หรือปริมาณปะซ่อมผิวทาง กับปัจจัยที่ต่างๆดังที่กล่าวมาแล้ว

การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้โปรแกรม Statistical Pack for the Social Sciences: SPSS ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และเลือกใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation

Pearson Correlation เป็นการแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นของตัวแปร 2 ตัวที่ไม่คำนึงถึงตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องเลย โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยวิธี Pearson Correlation ต้องมีการแจกแจงแบบปกติ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ระหว่างปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางและปัจจัยที่คาดว่าจะส่งผลกระทบต่อปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง ได้แบ่งกลุ่มของปัจจัยเป็น 6 กลุ่ม และกำหนดกลุ่มตัวแทนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล รายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) แบ่งเป็น 6 กลุ่มตามมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวง โดยกลุ่ม 1 มีปริมาณจราจรต่ำที่สุดมีปริมาณจราจรน้อยกว่า 300 คันต่อวัน และกลุ่ม 6 มีปริมาณจราจรสูงที่สุดมีปริมาณจราจรมากกว่า 8,000 คันต่อวัน ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อปี

มาตรฐานชั้นทาง	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (คันต่อวัน)	กลุ่มตัวแทนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์
5	น้อยกว่า 300	1
4	300 – 1,000	2
3	1,000 – 2,000	3
2	2,000 – 4,000	4
1	4,000 – 8,000	5
พิเศษ	มากกว่า 8,000	6

2. ปริมาณรถบรรทุกหนัก (Heavy Truck Volume: HV) แบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามปริมาณยานยนต์หนัก โดยกลุ่ม 1 มีปริมาณรถบรรทุกหนักต่ำที่สุดโดยมีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 20 คันต่อวันต่อปี และกลุ่ม 6 มีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงที่สุดโดยมีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่า 500 คันต่อวันต่อปี ดังตารางที่ 4.3
3. โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม โดยกลุ่ม 1 มีลักษณะดินแข็งมากมีค่า %CBR มากกว่าร้อยละ 7 และกลุ่ม 3 มีลักษณะดินอ่อนมากมีค่า %CBR น้อยกว่าร้อยละ3 ดังตารางที่ 4.4
4. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี โดยกลุ่ม 1 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีต่ำที่สุดมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี และกลุ่ม 3 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุดโดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณรถบรรทุกหนัก

ปริมาณรถบรรทุกหนัก (คันต่อวันต่อปี)	กลุ่มตัวแทนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์
น้อยกว่า 20	1
20 – 50	2
50 – 100	3
100 – 200	4
200 – 500	5
มากกว่า 500	6

ตารางที่ 4.4 การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์โครงสร้างชั้นดินเดิม

ค่า %CBR	ลักษณะชั้นโครงสร้างชั้นดินเดิม	กลุ่มตัวแทนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์
มากกว่า 7	ดินแข็งมาก	1
3 – 7	ดินแข็งปานกลาง	2
น้อยกว่า 3	ดินอ่อนมาก	3

ตารางที่ 4.5 การแบ่งกลุ่มตัวแทนในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (มิลลิเมตรต่อปี)	กลุ่มตัวแทนสำหรับใช้ในการวิเคราะห์
น้อยกว่า 1,000	1
1,000 – 2,000	2
มากกว่า 2,000	3

3. การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

การพัฒนาแบบจำลองเลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression Analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรหลายตัวโดยประกอบด้วยตัวแปรตาม (Dependent Variable) จำนวน 1 ตัวและตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หรือตัวแปรตามจำนวนหลายตัวโดยตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง โดยทั่วไปกำหนดให้ค่า Y เป็นตัวแปรตาม และกำหนดให้ $X_1X_2 \ldots X_n$ เป็นตัวแปรอิสระโดยที่ $n \geq 2$ ดังสมการที่ 4.3

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n \qquad (4.3)$$

โดยที่ β_0 = ส่วนตัดแกน Y เมื่อ $X_1 = X_2 = \ldots = X_n$

$\beta_1\ \beta_2 \ldots \beta_n$ = สัมประสิทธิ์ความถดถอย

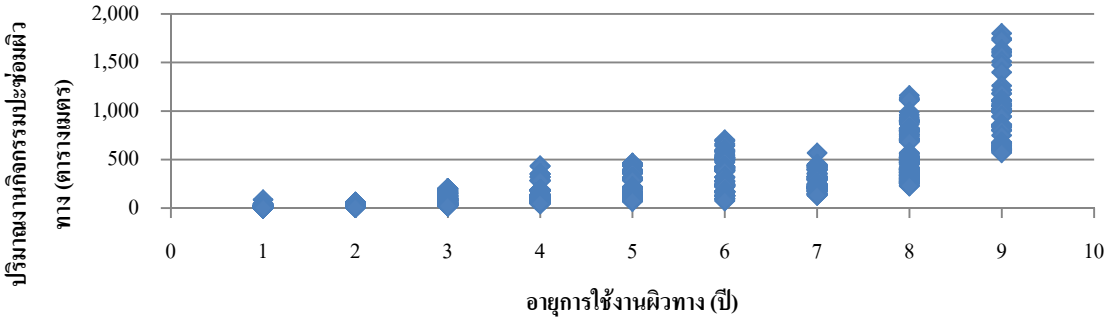
ภายหลังการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ สามารถทราบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination: R^2) ซึ่งเป็นค่าระดับความสัมพันธ์ที่ทำให้ทราบว่ากลุ่มตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

- ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามสามารถอธิบายด้วยตัวแปรอิสระที่มีอยู่ในสมการความถดถอย เพราะตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์สูงมาก
- ถ้า R^2 มีเข้าใกล้ 0 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามจะไม่สามารถอธิบายด้วยตัวแปรอิสระที่มีอยู่ในสมการความถดถอยนั้น เพราะตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก
- ถ้า R^2 มีค่าเป็น 0 แสดงว่าตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่มีความสัมพันธ์กัน

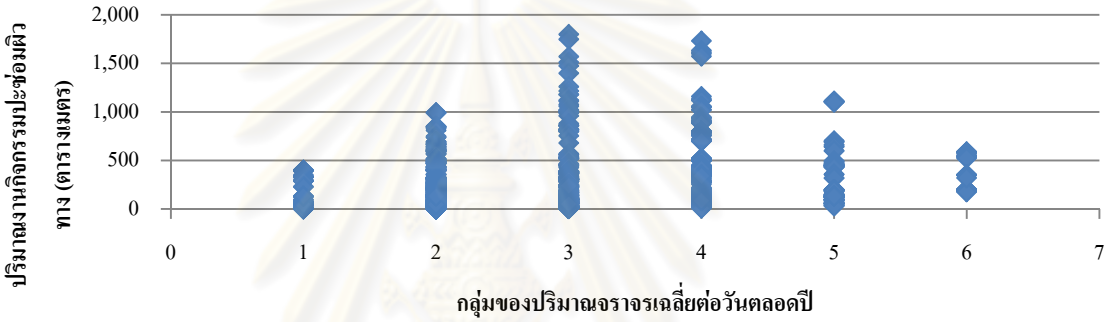
การพัฒนาแบบจำลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เป็นการพยากรณ์ปริมาณปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทาง จากค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกำหนดปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทางเป็นตัวแปรตาม และค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเป็นตัวแปรอิสระ โดยใช้โปรแกรม SPSS เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ความถดถอย

4.2 การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

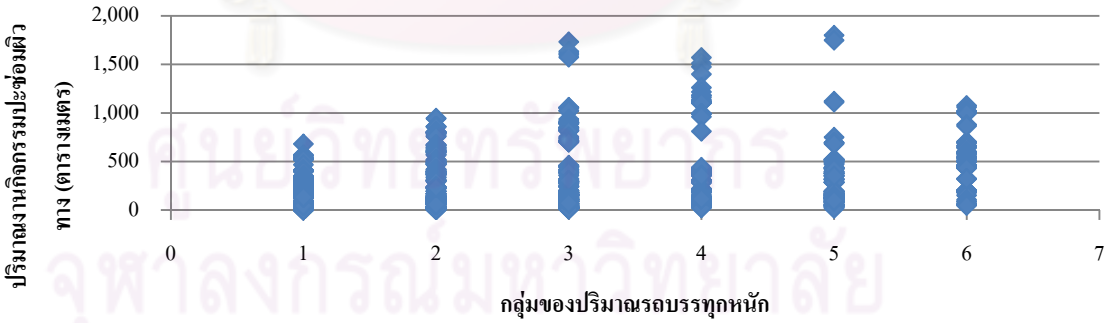
การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทางอาศัยข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทางซึ่งเก็บรวบรวมโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท จำนวน 1,744 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ได้แบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นกลุ่มๆ เพื่อทำให้ทราบการกระจายตัวของข้อมูลที่ดีขึ้นเพื่อนำไปใช้พัฒนาแบบจำลองได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสมกับการใช้งานโดยอาศัยการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ได้แก่ แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆ ได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี กลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก กลุ่มโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และกลุ่มปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ดังแสดงในภาพที่ 4.4 – 4.8 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง

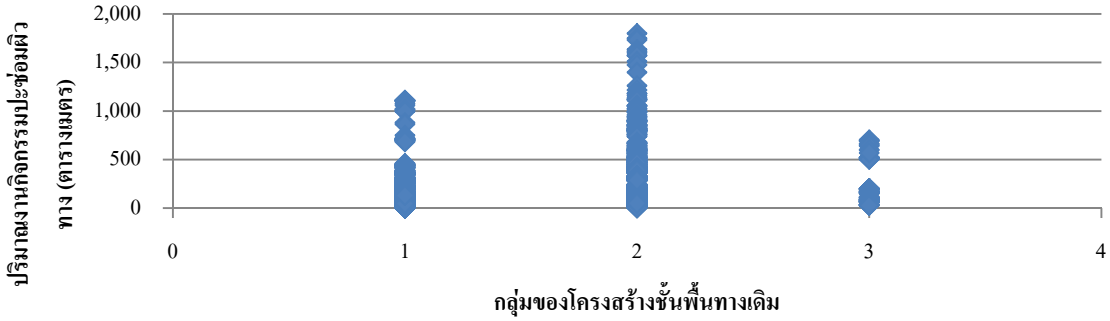


ภาพที่ 4.5 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

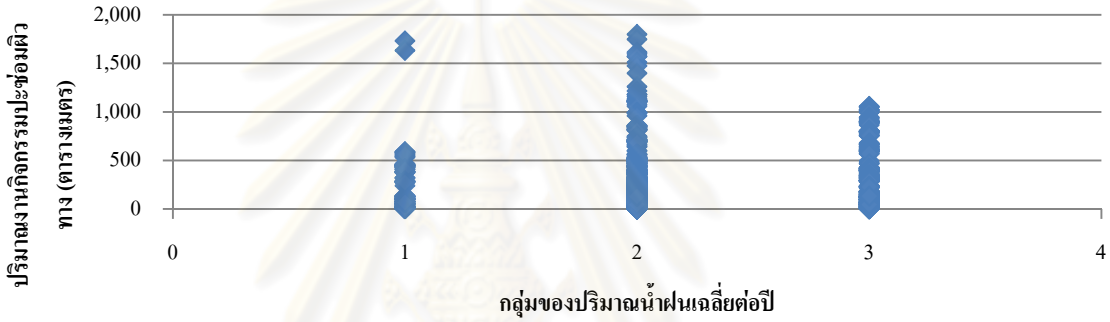


ภาพที่ 4.6 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณรถบรรทุกหนัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม

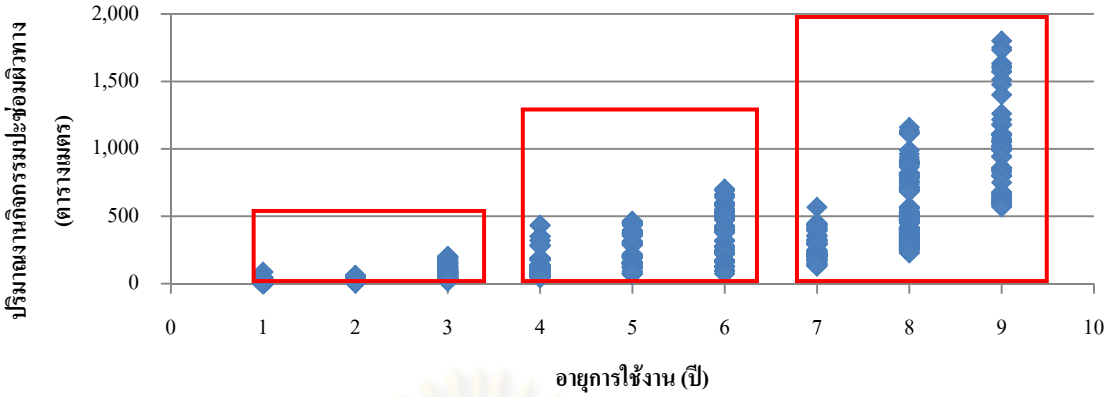


ภาพที่ 4.8 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

จากแผนภูมิความสัมพันธ์ภาพที่ 4.4 – 4.8 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง มีการแบ่งกลุ่มชัดเจนที่สุด จากข้างต้นได้แบ่งกลุ่มของการวิเคราะห์ปริมาณปะซ่อมผิวทางเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่า 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกหว่าหรือเท่ากับ 7 ปี ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	ช่วงอายุการใช้งานผิวทาง
1	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
2	3 – 7
3	มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี



ภาพที่ 4.9 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

การวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติเลือกใช้การทดสอบโดยวิธี Kolmogorov – Sminov Test โดยมีสมมติฐานการตรวจสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติ ดังตารางที่ 4.7 และผลการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลดังตารางที่ 4.8

นอกจากนี้ได้ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างของข้อมูล ดังสมการที่ 4.1 ซึ่งจากข้อมูลของสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ปีงบประมาณ 2551 พบว่ามีสายทางซึ่งเป็นผิวทางลาดยางจำนวนทั้งสิ้น 29,588 กิโลเมตร จากการแทนค่าในสมการดังกล่าว พบว่าข้อมูลกิจกรรมปะซ่อมผิวทางจำนวน 1,744 ตัวอย่าง (กิโลเมตร) มีความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 2.3 หรือมีระดับความเชื่อมั่นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับร้อยละ 97.7

ตารางที่ 4.7 สมมติฐานสำหรับการตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	สมมติฐาน
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง	H_0 : ปริมาณปะซ่อมผิวทางมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : ปริมาณปะซ่อมผิวทางไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
อายุการใช้งานผิวทาง	H_0 : อายุการใช้งานผิวทางมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : อายุการใช้งานผิวทางไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	H_0 : ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
ปริมาณบรรทุกหนัก	H_0 : ปริมาณรถบรรทุกหนักมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : ปริมาณรถบรรทุกหนักไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	H_0 : โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมไม่มีการแจกแจงแบบปกติ
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี	H_0 : ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีมีการแจกแจงแบบปกติ H_1 : ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.8 ผลการตรวจสอบโดยวิธี Kolmogorov – Siminov การแจงแจกปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูล	Kolmogorov – Siminov Test					
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี		3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี		อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง	0.214	0.000	0.188	0.000	0.155	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง	0.249	0.000	0.324	0.000	0.251	0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	0.186	0.000	0.195	0.000	0.309	0.000
ปริมาณรถบรรทุกหนัก	0.200	0.000	0.197	0.000	0.236	0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	0.266	0.000	0.393	0.000	0.355	0.000
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี	0.362	0.000	0.319	0.000	0.401	0.000

จากตารางที่ 4.8 พบว่าค่า Sig. จากการทดสอบโดยวิธี Kolmogorov – Sminov ของข้อมูลทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับสำคัญที่ 0.01 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูลทั้งหมดมีการแจกแจงแบบปกติ โดยมีระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ 99%

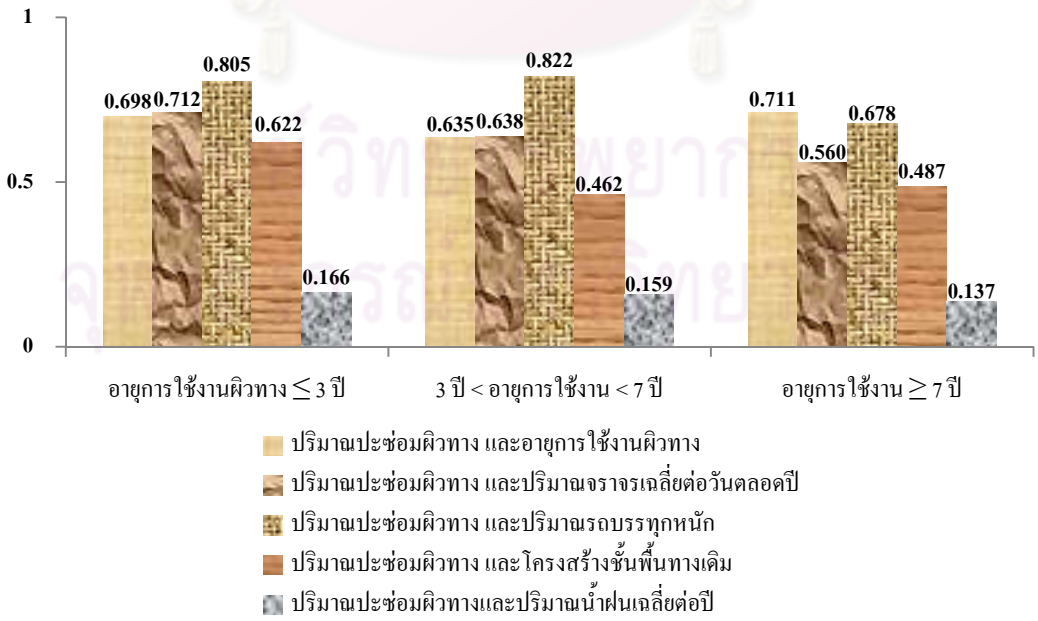
เมื่อพิจารณาข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติแล้ว ขั้นตอนต่อไปทำการตรวจสอบว่าข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ มีความสัมพันธ์กันโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เลือกใช้การวิเคราะห์โดยวิธี Pearson Correlation สำหรับจำนวนตัวอย่างสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปีเท่ากับ 585 ตัวอย่าง กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีเท่ากับ 722 ตัวอย่าง และกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่ากับ 436 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์สมมติฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์					
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี		3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี		อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี	
	Pearson Correlation	N	Pearson Correlation	N	Pearson Correlation	N
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง	0.698	585	0.635	722	0.711	436
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	0.712	585	0.638	722	0.560	436
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณรถบรรทุกหนัก	0.805	585	0.822	722	0.678	436
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	0.622	585	0.462	722	0.487	436
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี	0.166	585	0.159	722	0.137	436

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการทดสอบทางสถิติโดยวิธี Pearson Correlation จากตารางที่ 4.9 พบว่าปริมาณปะซ่อมผิวทาง อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี พบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี อายุการใช้งานผิวทาง และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม แต่กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีค่าใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4.10

จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมเป็นปัจจัยซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง และปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณงานปะซ่อมผิวทางในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่า 7 ปี หมายความว่า สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงส่งผลให้ปริมาณงานปะซ่อมผิวทางเกิดขึ้นมากกว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกต่ำ แต่กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี พบว่าปัจจัยมีค่าสัมประสิทธิ์ใกล้เคียงกัน เป็นผลจากการที่วัสดุงานทางมีการเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งานเป็นเวลา และความล้าสะสมเนื่องจากการรับน้ำหนักของยานพาหนะที่สัญจรผ่าน ทำให้ทุกปัจจัยล้วนส่งผลกระทบต่อปริมาณปะซ่อมผิวทางทั้งสิ้น



ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ

ภายหลังการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำผลการวิเคราะห์ดังกล่าวมาพัฒนาแบบจำลอง โดยข้อมูลที่นำไปวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุต้องมีการแจกแจงข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบปกติ และต้องมีความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นพบว่า ปัจจัยที่สามารถนำมาวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุกำหนดให้ตัวแปรตามคือปริมาณปะซ่อมผิวทาง และตัวแปรอิสระได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม เนื่องจากปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ทำให้ต้องแยกวิเคราะห์ความถดถอยออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มของปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และกลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ตลอดจนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานมากยิ่งขึ้น ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ								
	อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน $\geq$ 7 ปี		
	B	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี									
(ค่าคงที่)	-92	0.741	0.000	-556	0.802	0.000	-1,760	0.713	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	13		0.000	69		0.000	200		0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)	20		0.000	73		0.000	154		0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	26		0.000	114		0.000	210		0.000
กลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก									
(ค่าคงที่)	-65	0.770	0.000	-427	0.881	0.000	-1,501	0.792	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	11		0.000	69		0.000	184		0.000
ปริมาณรถบรรทุกหนัก (HV)	18		0.000	65		0.000	135		0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	20		0.000	58		0.000	194		0.000

จากตารางที่ 4.10 ค่า B คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยในแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมสำหรับแต่ละปัจจัย สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมีค่าคงที่เท่ากับ -92 สัมประสิทธิ์ความถดถอยสำหรับปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและโครงสร้างชั้นพื้นทางเท่ากับ 13 20 และ 26 ตามลำดับ แบบจำลองดังสมการที่ 4.4 และจากการพิจารณาค่า Sig. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณ

ปะซ่อมผิวทาง และค่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.741

$$\text{ปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง (ม}^2\text{)} = -92 + (13\times\text{Service life}) + (20\times\text{AADT}) + (26\times\text{Structure}) \quad (4.4)$$

จากข้างต้นสามารถพัฒนาแบบจำลองได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง

กลุ่ม	ปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง (ม^2)	R^2
ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี		
อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี	-39 + (9×Service life) + (7×AADT) + (12×Structure)	0.842
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-325 + (53×Service life) + (42×AADT) + (54×Structure)	0.773
อายุการใช้งานผิวทาง $\geq$ 7 ปี	-1,366 + (137×Service life) + (152×AADT) + (248×Structure)	0.808
ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก		
อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี	-65 + (11×Service life) + (18×HV) + (20×Structure)	0.770
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-427 + (69×Service life) + (65×HV) + (58×Structure)	0.881
อายุการใช้งานผิวทาง $\geq$ 7 ปี	-1,501 + (184×Service life) + (135×HV) + (194×Structure)	0.792

4.3 การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง

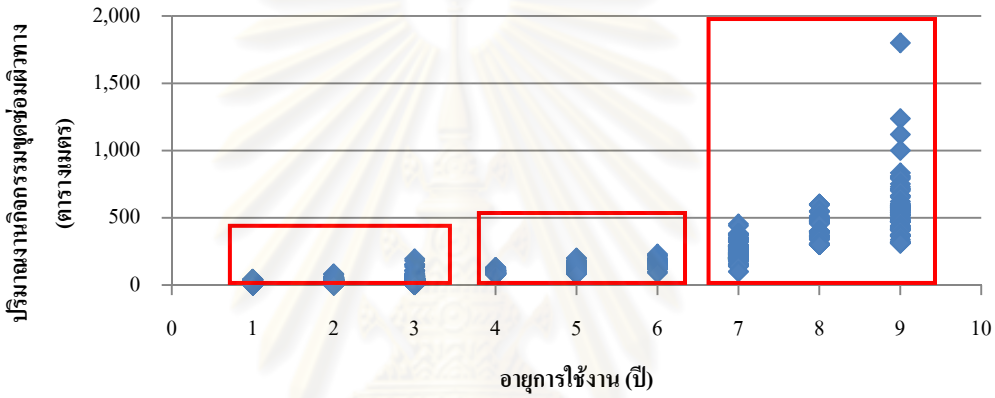
การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางอาศัยข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทางจำนวน 1,408 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ได้แบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มๆ เช่นเดียวกับการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง จากการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง มีการแบ่งกลุ่มชัดเจนที่สุดจำนวน 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.11 ตามลำดับ การวิเคราะห์การแจกแจงแบบปกติเลือกใช้การทดสอบโดยวิธี Kolmogorov – Sminov Test เช่นเดียวกับการวิเคราะห์แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ผลการตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลดังตารางที่ 4.13

ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างของข้อมูลเช่นเดียวกับการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง อาศัยการวิเคราะห์ดังสมการที่ 4.1 จากข้อมูลผิวทางลาดยางซึ่งจัดเก็บโดยสำนักบำรุงทางกรมทางหลวงชนบทในปีงบประมาณ 2551 พบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 29,588 กิโลเมตร จากการแทนค่าในสมการดังกล่าว พบว่าข้อมูลกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางจำนวน 1,408 ตัวอย่าง (กิโลเมตร) มี

ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 2.6 หรือมีระดับความเชื่อมั่นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับร้อยละ 97.4

ตารางที่ 4.12 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	ช่วงอายุการใช้งานผิวทาง
1	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
2	3 – 7
3	มากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี



ภาพที่ 4.11 กลุ่มการวิเคราะห์แบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง

ตารางที่ 4.13 ผลการตรวจสอบโดยวิธี Kolmogorov – Siminov การแจงแจกปกติของข้อมูลปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูล	Kolmogorov – Siminov Test					
	อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี		3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี		อายุการใช้งาน $\geq$ 7 ปี	
	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.	Statistic	Sig.
ปริมาณปะซ่อมผิวทาง	0.152	0.000	0.099	0.000	0.136	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง	0.242	0.000	0.231	0.000	0.344	0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	0.200	0.000	0.212	0.000	0.208	0.000
ปริมาณรถบรรทุกหนัก	0.214	0.000	0.190	0.000	0.186	0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	0.396	0.000	0.364	0.000	0.355	0.000
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี	0.337	0.000	0.357	0.000	0.368	0.000

การทดสอบการแจกแจงปกติของข้อมูลยอมรับสมมติฐาน H_0 ก็ต่อเมื่อค่า Sig. ของข้อมูลมีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ จากตารางที่ 4.13 พบว่าค่า Sig. ของข้อมูลทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับสำคัญที่ 0.01 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าข้อมูล

ทั้งหมดการแจกแจงแบบปกติ สำหรับการตรวจสอบโดยการใช้แผนภูมิฮิสโตแกรมสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในภาคผนวก ก จากการทดสอบพบว่าแผนภูมิมีลักษณะค่อนข้างสมมาตรกัน แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติเช่นเดียวกัน

ขั้นตอนต่อไปทำการตรวจสอบว่าข้อมูลปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน สามารถตรวจสอบทางสถิติโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยการวิเคราะห์ Pearson Correlation สำหรับข้อมูลในการวิเคราะห์กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปีจำนวน 825 ตัวอย่าง กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีจำนวน 255 ตัวอย่าง และกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีจำนวน 328 ตัวอย่าง ซึ่งผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังตารางที่ 4.14

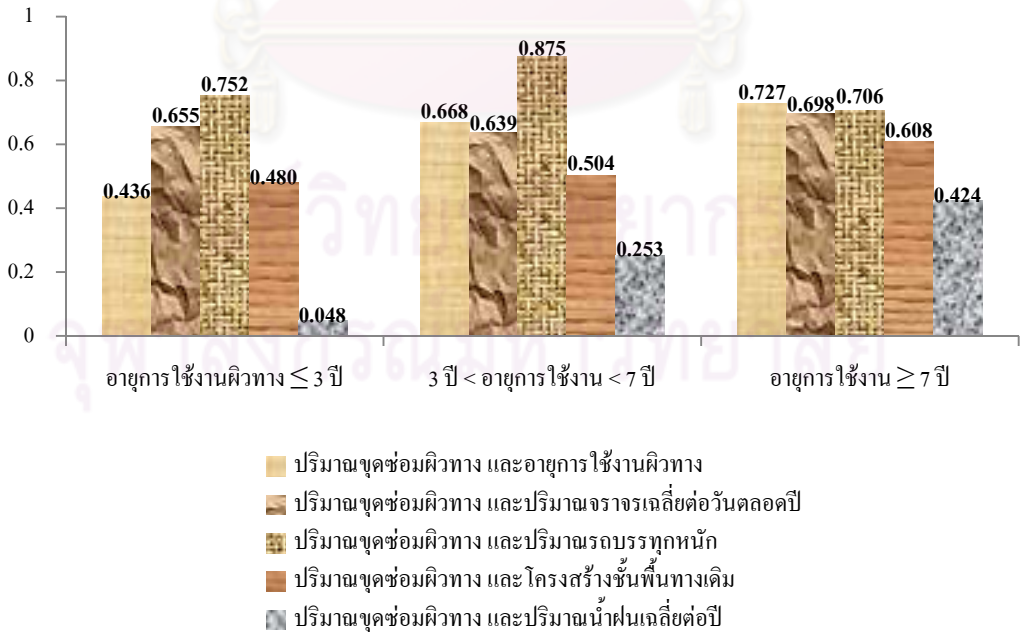
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์					
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี		3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี		อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี	
	Pearson Correlation	N	Pearson Correlation	N	Pearson Correlation	N
ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง	0.436	825	0.668	255	0.727	328
ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	0.655	825	0.639	255	0.698	328
ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปริมาณรถบรรทุกหนัก	0.752	825	0.875	255	0.706	328
ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม	0.480	825	0.504	255	0.608	328
ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี	0.048	825	0.253	255	0.424	328

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการทดสอบทางสถิติโดยวิธี Pearson Correlation แสดงดังตารางที่ 4.14 พบว่าปัจจัยซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปี พบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี อายุการใช้งานผิวทาง และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม แต่กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี พบว่าปัจจัยด้านอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม มีความสัมพันธ์กับปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนั้นจากการ

เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น และมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่านั้น

จากผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เป็นปัจจัยซึ่งมีผลกระทบต่อปริมาณงานขุดซ่อมผิวทาง และปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณงานขุดซ่อมผิวทางในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่า 7 ปีสูงสุด หมายความว่า สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักสูงส่งผลให้ปริมาณงานขุดซ่อมผิวทางเกิดขึ้นมากกว่าสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกต่ำ แต่กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่าปัจจัยมีค่าสัมประสิทธิ์ใกล้เคียงกัน เป็นผลจากการที่วัสดุงานทางมีการเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งานเป็นเวลา และความล้าสะสมเนื่องจากการรับน้ำหนักของยานพาหนะที่สัญจรผ่าน ทำให้ทุกปัจจัยล้วนส่งผลกระทบต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางทั้งสิ้นเป็นผลจากการที่วัสดุงานทางมีการเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งาน และความล้าสะสมเนื่องจากการรับน้ำหนักของยานพาหนะที่สัญจรผ่าน เมื่อวิเคราะห์แล้วทำให้ทุกปัจจัยล้วนส่งผลกระทบต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางทั้งสิ้น นอกจากนั้นการที่ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีส่งผลกระทบต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางเมื่ออายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่านั้น เนื่องจากวัสดุงานทางเริ่มเสื่อมสภาพทำให้น้ำฝนซึมผ่านเข้าสู่ชั้นโครงสร้างของทางทำให้ความเสียหายเกิดการลุกลาม โดยผลการวิเคราะห์สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ

ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่า 7 ปีได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทาง และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทาง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุแสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	B	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี									
(ค่าคงที่)	-51		0.000	-55		0.000	-739		0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	8		0.000	18		0.000	69		0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)	12	0.711	0.000	17	0.850	0.000	76	0.841	0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	16		0.000	26		0.000	114		0.000
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Rianfall)	-		0.000	-		0.000	76		0.000
กลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก									
(ค่าคงที่)	-39		0.000	-4		0.000	-640		0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	9		0.000	15		0.000	57		0.000
ปริมาณรถบรรทุกหนัก (HV)	11	0.797	0.000	14	0.915	0.000	67	0.842	0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	12		0.000	10		0.000	72		0.000
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Rianfall)	-		0.000	-		0.000	128		0.000

จากตารางที่ 4.15 ค่า B คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยในแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมสำหรับแต่ละปัจจัย สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีมีค่าคงที่เท่ากับ -51 สัมประสิทธิ์ความถดถอยสำหรับปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและโครงสร้างชั้นพื้นทางเท่ากับ 8 12 และ 16 ตามลำดับ แบบจำลองดังสมการที่ 4.5 และจากการพิจารณาค่า Sig. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ 0.01 สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับปริมาณปะซ่อมผิวทาง และค่าระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตามซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.711

$$\text{ปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง } (\text{ม}^2) = -51 + (8\times\text{Service life}) + (12\times\text{AADT}) + (16\times\text{Structure}) \quad (4.5)$$

จากข้างต้นสามารถพัฒนาแบบจำลองได้ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง

กลุ่ม	ปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง ($ม^2$)	R^2
ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี		
อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี	-34 + (7×Service life) + (8×AADT) + (10×Structure)	0.823
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-24 + (15×Service life) + (12×AADT) + (18×Structure)	0.884
อายุการใช้งานผิวทาง $\geq$ 7 ปี	-575 + (60×Service life) + (51×AAADT) + (78×Structure) + (82×Rainfall)	0.847
ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก		
อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี	-39 + (9×Service life) + (11×HV) + (12×Structure)	0.797
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-4 + (15×Service life) + (14×HV) + (10×Structure)	0.915
อายุการใช้งานผิวทาง $\geq$ 7 ปี	-640 + (57×Service life) + (67×HV) + (72×Structure) + (128×Rainfall)	0.842

4.4 การทดสอบแบบจำลอง

การทดสอบแบบจำลองเป็นขั้นตอนในการทดสอบความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง โดยการนำข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทางซึ่งดำเนินงาน และเก็บรวบรวมจริงโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ในปีงบประมาณ 2553 ทั้งหมด 600 ตัวอย่าง (600 กิโลเมตร) ซึ่งแบ่งตามกลุ่มอายุการใช้งานละ 100 ตัวอย่าง (100 กิโลเมตร) เปรียบเทียบกับปริมาณงานที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลอง การทดสอบแบบจำลองได้อาศัยการทดสอบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองดังสมการที่ 4.6

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง} = \frac{(\text{ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง} - \text{ปริมาณงานจากแบบจำลอง})}{\text{ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง}} \times 100 \quad (4.6)$$

ผลการทดสอบร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนแบบจำลอง เกิดจากการนำค่าสัมบูรณ์ของร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองหารด้วยจำนวนตัวอย่างที่นำมาทดสอบดังสมการที่ 4.7 ซึ่งผลของการทดสอบบอกถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในกรณีที่นำแบบจำลองไปพยากรณ์ปริมาณงานที่เกิดขึ้น

ค่าสูงสุดทางด้านบวก และค่าสูงสุดทางด้านลบของแบบจำลอง ผลการทดสอบบอกถึงร้อยละความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในกรณีที่นำแบบจำลองไปพยากรณ์ปริมาณงานที่เกิดขึ้น โดยค่าสูงสุดทางด้านบวกแสดงถึงปริมาณงานที่พยากรณ์น้อยกว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง และความสูงสุดทางด้านลบหมายถึงปริมาณงานที่พยากรณ์มากกว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง

$$\text{ค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนแบบจำลอง} = \frac{\text{ค่าสัมบูรณ์ของร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง}}{\text{จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ}} \times 100 \quad (4.7)$$

ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองในแต่ละประเภทแบบจำลอง และกลุ่มอายุการใช้งาน สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณงานปะซ่อมผิวทางแสดงดังตารางที่ 4.17 – 4.19 และแบบจำลองประมาณปริมาณงานขุดซ่อมผิวทางแสดงดังตารางที่ 4.20 – 4.22

ตารางที่ 4.17 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	กพ.3006	80	79	62	1.25	22.50	1.25	22.50
2	ชบ.1063	82	106	87	-29.27	-6.10	29.27	6.10
3	พท.1023	73	86	69	-17.81	5.48	17.81	5.48
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	อบ.3059	55	73	60	-32.73	-9.09	32.73	9.09

ตารางที่ 4.18 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	กพ.3011	220	167	225	24.09	-2.27	24.09	2.27
2	กส.3011	40	49	41	-22.50	-2.50	22.50	2.50
3	นฐ.3011	380	313	355	17.63	6.58	17.63	6.58
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	อบ.3007	240	195	171	18.75	28.75	18.75	28.75

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	กพ.4016	1,363	1,368	1,500	-0.37	-10.05	0.37	10.05
2	ชร.4027	800	758	668	5.25	16.50	5.25	16.50
3	สก.2031	1,600	1,312	1,576	18.00	1.50	18.00	1.50
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	อน.3033	369.5	368	310	0.41	16.10	0.41	16.10

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	ฉช.3026	20	21	24	-5.00	-20.00	5.00	20.00
2	นบ.1002	90	69	89	23.33	1.11	23.33	1.11
3	นพ.6022	14	13	10	7.14	28.57	7.14	28.57
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	สข.4010	59	41	55	30.51	6.78	30.51	6.78

ตารางที่ 4.21 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	ชม.3009	130	129	108	0.77	16.92	0.77	16.92
2	นม.3010	159	146	164	8.18	-3.14	8.18	3.14
3	นม.5019	154	164	151	-6.49	1.95	6.49	1.95
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	สบ.1019	120	121	132	-0.83	-10.00	0.83	10.00

ตารางที่ 4.22 ตัวอย่างการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี

ที่	รหัสสายทาง	ปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ($ม^2$)	ปริมาณงานจากแบบจำลอง ($ม^2$)		ร้อยละความคลาดเคลื่อน		ค่าสัมบูรณ์ร้อยละความคลาดเคลื่อน	
			กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV	กลุ่ม AADT	กลุ่ม HV
1	กพ.4046	525	490	541	6.67	-3.05	6.67	3.05
2	ชม.3001	237.5	238	221	-0.21	6.95	0.21	6.95
3	ลย.3023	300	293	325	2.33	-8.33	2.33	-8.33
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
100	สบ.4034	600	559	598	6.83	0.33	6.83	0.33

สรุปผลการทดสอบซึ่งประกอบไปด้วยค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดทางด้านบวก และค่าสูงสุดทางด้านลบของร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางดังตารางที่ 4.23 และแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางดังแสดงตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.23 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง

ประเภท	ร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	19.39	39.17	-38.60	18.94	37.31	-37.45	8.70	18.00	-23.33
ปริมาณรถบรรทุกหนัก	15.13	35.56	-31.11	17.33	39.36	-33.33	7.33	18.68	-18.50

ตารางที่ 4.24 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง

ประเภท	ร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	18.04	35.71	-36.67	15.26	37.50	-44.58	4.68	9.71	-11.82
ปริมาณรถบรรทุกหนัก	17.31	34.00	-32.00	10.49	24.36	-25.19	4.87	9.76	-9.73

จากตารางที่ 4.23 และ 4.24 พบว่าแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางมีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 20 ความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านบวกน้อยกว่าร้อยละ 40 และความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านลบน้อยกว่าร้อยละ 39

แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางมีค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 19 ความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านบวกน้อยกว่าร้อยละ 38 และความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านลบน้อยกว่าร้อยละ 45 สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่าแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง และแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางมีค่าค่าเฉลี่ยร้อยละความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ 9

จากการพิจารณาผลการทดสอบแบบจำลองประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี พบว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสูงสุดทั้งด้านบวกและด้านลบที่เกิดขึ้นจากตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีปริมาณรถบรรทุกหนักปริมาณสูง ทำให้ปริมาณงานที่พยากรณ์ได้น้อยกว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ขณะเดียวกัน แบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก พบว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านบวกและด้านลบเกิดขึ้นจากตัวอย่างที่นำมาทดสอบแบบจำลองมีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และปริมาณรถบรรทุกปริมาณต่ำ ทำให้ปริมาณงานที่พยากรณ์ได้จากแบบจำลองมีปริมาณงานมากกว่าปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง

นอกจากนั้นการทดสอบแบบจำลองข้างต้นพบว่าแบบจำลองประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีสามารถพยากรณ์ปริมาณงานได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงกับปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีที่ปริมาณรถบรรทุกหนักมีปริมาณน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และแบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักสามารถพยากรณ์ปริมาณกิจกรรมงานได้อย่างถูกต้องและใกล้เคียงกับปริมาณงานที่เกิดขึ้นจริงในกรณีที่ปริมาณรถบรรทุกมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน

ผลการทดสอบแบบจำลองดังกล่าวสามารถนำมาใช้พัฒนาแบบจำลองประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีใหม่ โดยพิจารณาปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวันเป็นปัจจัยเพิ่มเติมในการพัฒนาแบบจำลอง โดยผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุสำหรับแบบจำลองกลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ดังตารางที่ 4.25 สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง และตารางที่ 4.26 สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง

สำหรับแบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักไม่ได้พิจารณาปัจจัยเพิ่มเติมหรือพัฒนาแบบจำลองใหม่ เนื่องจากผลการทดสอบแบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักที่พัฒนานั้น สามารถพยากรณ์ปริมาณงานในกรณีที่ปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวันได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำแล้ว

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	B	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี									
(ค่าคงที่)	-37	0.842	0.000	-325	0.773	0.000	-1,366	0.808	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	9		0.000	53		0.000	137		0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)	7		0.000	42		0.000	152		0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	12		0.000	54		0.000	248		0.000

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	B	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**	**B**	**R^2**	**Sig.**
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี									
(ค่าคงที่)	-34	0.823	0.000	-24	0.884	0.000	-575	0.933	0.000
อายุการใช้งานผิวทาง (Service life)	7		0.000	15		0.000	60		0.000
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)	8		0.000	12		0.000	51		0.000
โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม (Structure)	10		0.000	18		0.000	78		0.000
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (Rianfall)	-		0.000	-		0.000	82		0.000

จากตารางที่ 4.25 และ 4.26 สามารถพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี

กลุ่ม	แบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง ($ม^2$)	R^2
กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง		
อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี	-39 + (9×Service life) + (7×AADT) + (12×Structure)	0.842
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-325 + (53×Service life) + (42×AADT) + (54×Structure)	0.773
อายุการใช้งานผิวทาง ≥ 7 ปี	-1,366 + (137×Service life) + (152×AADT) + (248×Structure)	0.808
กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง		
อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี	-34 + (7×Service life) + (8×AADT) + (10×Structure)	0.823
3 ปี < อายุการใช้งานผิวทาง < 7 ปี	-24 + (15×Service life) + (12×AADT) + (18×Structure)	0.884
อายุการใช้งานผิวทาง ≥ 7 ปี	-575 + (60×Service life) + (51×AAADT) + (78×Structure) + (82×Rainfall)	0.847

ภายหลังพัฒนาแบบจำลองใหม่ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องดำเนินการทดสอบแบบจำลองอีกครั้งเพื่อเป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือ ความแม่นยำ ตลอดจนความถูกต้องของแบบจำลอง โดยนำข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางที่ดำเนินการ และสำรวจจริงในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 เปรียบเทียบกับปริมาณงานที่พยากรณ์จากแบบจำลอง สำหรับการทดสอบได้ดำเนินการทดสอบตัวอย่างละ 50 ตัวอย่าง (50 กิโลเมตร) สำหรับแต่ละแบบจำลอง

การทดสอบแบบจำลองได้ดำเนินการแบ่งประเภทของแบบจำลองเป็น 2 ประเภท คือ ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (ปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน) ซึ่งใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นใหม่มาใช้ในการทดสอบ และประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก (ปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน) ใช้แบบจำลองที่พัฒนาในตอนต้นมาใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.28 สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง และตารางที่ 4.29 สำหรับแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง

ตารางที่ 4.28 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองโดยการแบ่งปริมาณรถบรรทุกหนัก แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง

ประเภท	ร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (ปริมาณรถบรรทุกหนัก < 100 คันต่อวัน)	6.94	15.00	-15.33	9.98	25.91	-23.15	7.66	17.32	-9.17
ปริมาณรถบรรทุกหนัก (ปริมาณรถบรรทุกหนัก ≥ 100 คันต่อวัน)	8.18	14.55	-12.38	9.68	20.54	-20.33	7.11	16.86	-17.60

ตารางที่ 4.29 สรุปผลการทดสอบแบบจำลองโดยการแบ่งปริมาณรถบรรทุกหนัก แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง

ประเภท	ร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง								
	อายุการใช้งานผิวทาง ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 7 ปี		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด (+)	ค่าสูงสุด (-)
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (ปริมาณรถบรรทุกหนัก < 100 คันต่อวัน)	2.86	7.14	-8.33	6.43	16.92	-16.04	2.75	5.40	-5.32
ปริมาณรถบรรทุกหนัก (ปริมาณรถบรรทุกหนัก ≥ 100 คันต่อวัน)	5.82	12.99	-13.19	6.22	12.33	-15.29	4.05	7.01	-7.02

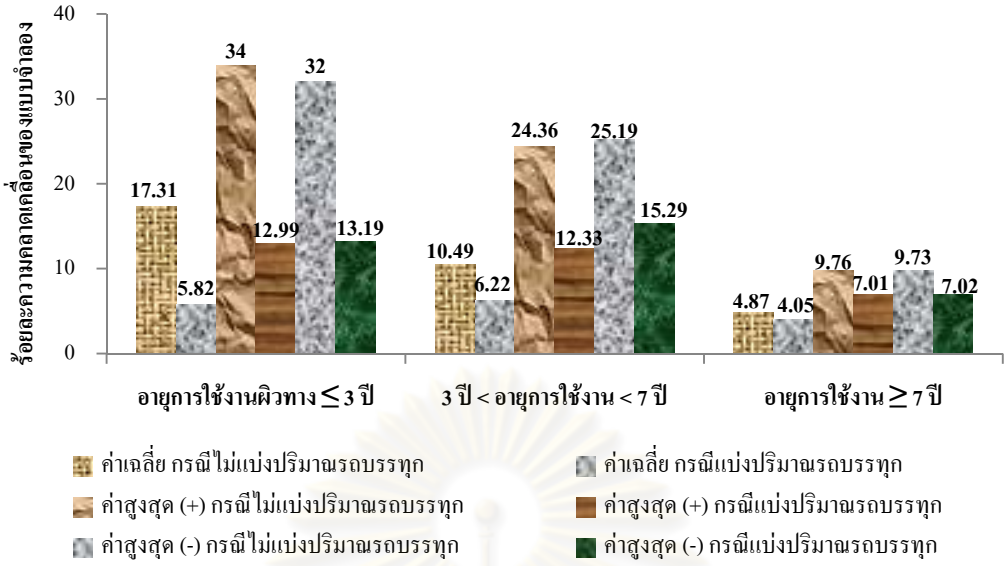
จากตารางที่ 4.28 และ 4.29 พบว่าแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10 ร้อยละความความคลาดเคลื่อนสูงสุดของแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและที่ประเมินจากปริมาณรถบรรทุกหนัก มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 26 และร้อยละ 20 ตามลำดับ

แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 17 สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 7 ปีแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางให้ผลความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 5 และค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 7

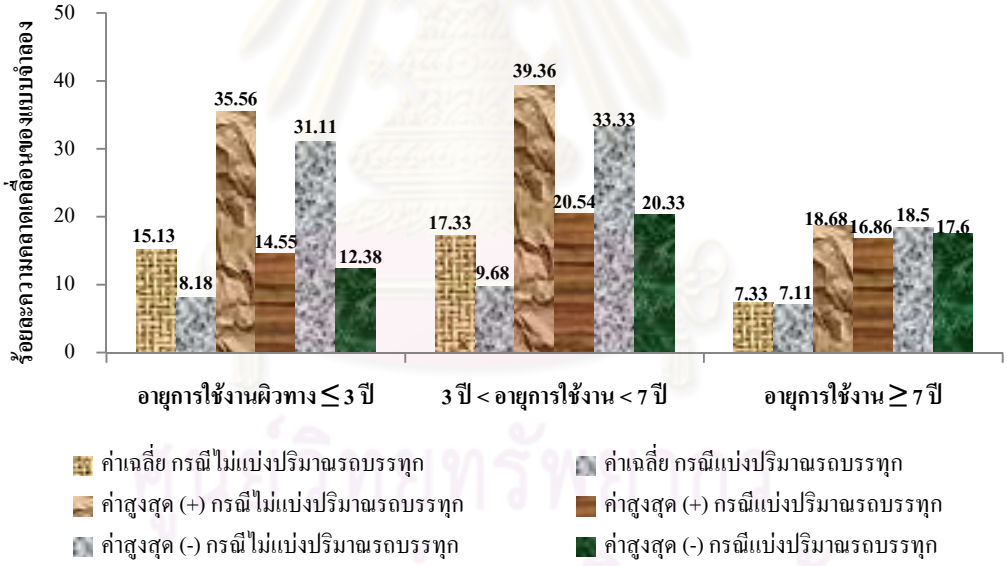
จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบดังตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.28 พบว่าหากพิจารณาแบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่มโดยใช้ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยในการแบ่งประเภท ผลการทดสอบแบบจำลองกลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีพบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทางได้แม่นยำ และถูกต้องมากยิ่งขึ้น กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปีพบว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 8 รายละเอียดดังนี้ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปีร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองลดลงจากร้อยละ 19.39 เป็นร้อยละ 6.94 กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีลดลงจากร้อยละ18.94 เป็นร้อยละ 9.98 และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีลดลงจากร้อยละ8.70 เป็นร้อยละ 7.66

ความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านบวก และทางด้านลบลดลงจากประมาณร้อยละ 15 กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ3 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 39.17 เป็นร้อยละ 15 และค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ 38.6 เป็นร้อยละ 15.33 กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 37.31 เป็นร้อยละ 25.91 ซึ่งลดลงประมาณร้อยละ 11 และค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ 37.45 เป็นร้อยละ 23.15 และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ 23.33 เป็นร้อยละ 9.17 และค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 9.71 เป็นร้อยละ 5.4 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีแสดงดังภาพที่ 4.13 แล ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักภาพที่ 4.14

จากตารางที่ 4.24 และตารางที่ 4.29 หากพิจารณาปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยในการแบ่งประเภท พบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางได้แม่นยำ และถูกต้องมากยิ่งขึ้น กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปีร้อยละความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองลดลงจากร้อยละ 18.04 เป็นร้อยละ 2.86 กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีลดลงจากร้อยละ15.26 เป็นร้อยละ 6.43 และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีลดลงจากร้อยละ4.68 เป็นร้อยละ 2.75



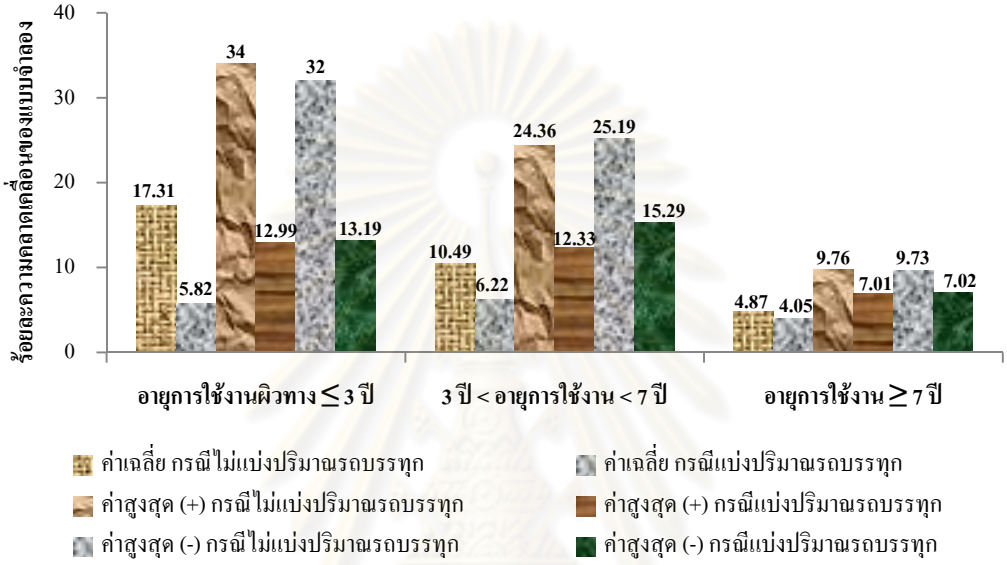
ภาพที่ 4.13 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน



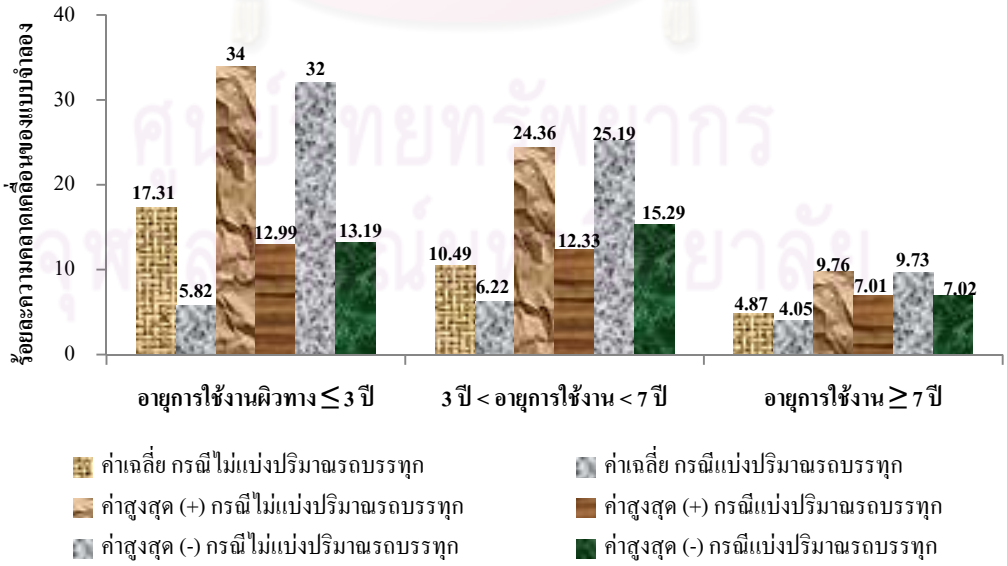
ภาพที่ 4.14 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก

นอกจากนั้นความคลาดเคลื่อนสูงสุดทางด้านบวก และทางด้านลบลดลงจากประมาณร้อยละ 15 กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ3 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 35.71 เป็นร้อยละ 7.14 และค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ 36.67 เป็นร้อยละ 8.33 กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 37.5 เป็นร้อยละ 16.92 ซึ่งลดลงประมาณร้อยละ 20 และค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ

44.58 เป็นร้อยละ 16.04 และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่าค่าสูงสุดทางด้านลบลดลงจากร้อยละ 11.82 เป็นร้อยละ 5.32 และค่าสูงสุดทางด้านบวกลดลงจากร้อยละ 9.71 เป็นร้อยละ 5.4 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีแสดงดังภาพที่ 4.15 แล ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.15 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน



ภาพที่ 4.16 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก

จากการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทาง พบว่าแบบจำลองซึ่งพัฒนาโดยพิจารณาปัจจัยปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวันสามารถพยากรณ์ปริมาณงานได้แม่นยำ และถูกต้องมากยิ่งขึ้น และแบบจำลองซึ่งพัฒนาโดยพิจารณาปริมาณรถบรรทุกหนักพบว่าเหมาะสมกับการนำไปใช้พยากรณ์สายทางซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน ควรพิจารณาเลือกแบบจำลองให้เหมาะสมกับกับสายทางเพื่อให้สามารถพยากรณ์ได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำมากยิ่งขึ้น สรุปแบบจำลองประมาณปริมาณงานสำหรับนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางดังตารางที่ 4.30

4.5 สรุป

กิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง แบ่งออกเป็นกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง สำหรับแบบจำลองในการประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ได้แก่ อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติต่อปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง แต่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางเมื่อผิวทางมีอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี โดยแบบจำลองได้พัฒนาขึ้น 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก จะใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน และแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ทั้งนี้แบบจำลองแบ่งกลุ่มอายุการใช้งานของผิวทางออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางทำให้ทราบถึงปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานในแต่ละกิจกรรม และนำไปปัจจัยดังกล่าวไปพัฒนาวิธีการประมาณประมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง เพื่อให้สามารถใช้ประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางให้สอดคล้องกับอายุการใช้งาน สภาพพื้นที่ และลักษณะการใช้งาน อายุการใช้งานอันส่งผลให้การวางแผนงบประมาณบำรุงปกติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.31 แบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

กลุ่ม	Service life	แบบจำลองประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติ	(R^2)
กลุ่มปริมาณรถบรรทุกหนัก	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life $\leq$ 3	-65 + (11×Service life) + (18×HV) + (20×Structure)	0.770
	3 < Service life < 7	-427 + (69×Service life) + (65×HV) + (58×Structure)	0.881
	Service life $\geq$ 7	-1,501 + (184×Service life) + (135×HV) + (194×Structure)	0.792
	แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life $\leq$ 3	-39 + (9×Service life) + (11×HV) + (12×Structure)	0.797
	3 < Service life < 7	-4 + (15×Service life) + (14×HV) + (10×Structure)	0.915
	Service life $\geq$ 7	-640 + (57×Service life) + (67×HV) + (72×Structure) + (128×Rainfall)	0.842
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life $\leq$ 3	-39 + (9×Service life) + (7×AADT) + (12×Structure)	0.842
	3 < Service life < 7	-325 + (53×Service life) + (42×AADT) + (54×Structure)	0.773
	Service life $\geq$ 7	-1,366 + (137×Service life) + (152×AADT) + (248×Structure)	0.808
	แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life $\leq$ 3	-34 + (7×Service life) + (8×AADT) + (10×Structure)	0.823
	3 < Service life < 7	-24 + (15×Service life) + (12×AADT) + (18×Structure)	0.884
	Service life $\geq$ 7	-575 + (60×Service life) + (51×AAADT) + (78×Structure) + (82×Rainfall)	0.847

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง และการนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนงบประมาณ

บทนี้เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานสำหรับการนำไปใช้ในการวางแผนงบประมาณ บทนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ขั้นตอนและวิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง และการประยุกต์ใช้ในการวางแผนงบประมาณกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง

5.1 วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

การประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางอาศัยการประมาณปริมาณงานจากแบบจำลองทั้งในส่วนของกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง โดยแบ่งประเภทแบบจำลองออกเป็น 3 กลุ่มตามอายุการใช้งานผิวทาง คือกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่า 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี โดยแต่ละกลุ่มอายุการใช้งานได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทโดยใช้ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นเกณฑ์ในการแบ่งได้แก่ ประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันเหมาะสำหรับสายทางซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักเหมาะสำหรับสายทางซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวันซึ่งรายละเอียดแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติงานทางดังแสดงตารางที่ 4.32 สำหรับวิธีการประมาณปริมาณงานแสดงดังภาพที่ 5.1 สำหรับขั้นตอนในการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางทั้งปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทางมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> เตรียมข้อมูล และปัจจัยต่างสำหรับการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง โดยมีองค์ประกอบดังนี้

- ข้อมูลทั่วไปของสายทาง เช่น อายุการใช้งานผิวทาง โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ระยะทาง
- ข้อมูลปริมาณจราจร เช่น ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก
- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> พิจารณาปัจจัยต่างๆ สำหรับการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติงานให้เป็นตัวแทนสำหรับการนำเข้าแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเลือกประเภทของแบบจำลอง โดยพิจารณาจากปริมาณรถบรรทุกหนัก ซึ่งอยู่ในข้อมูลการสำรวจสภาพทาง ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวันจัดเป็นประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก และปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวันจัดเป็นประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี รายละเอียดดังนี้

- แบบจำลองประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (AADT)
- แบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก (HV)

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาจากอายุการใช้งานของผิวทางในแต่ละประเภทแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลอายุการใช้งานผิวทางอยู่ในข้อมูลทั่วไปของสายทางซึ่งเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

- แบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
- แบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี
- แบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี

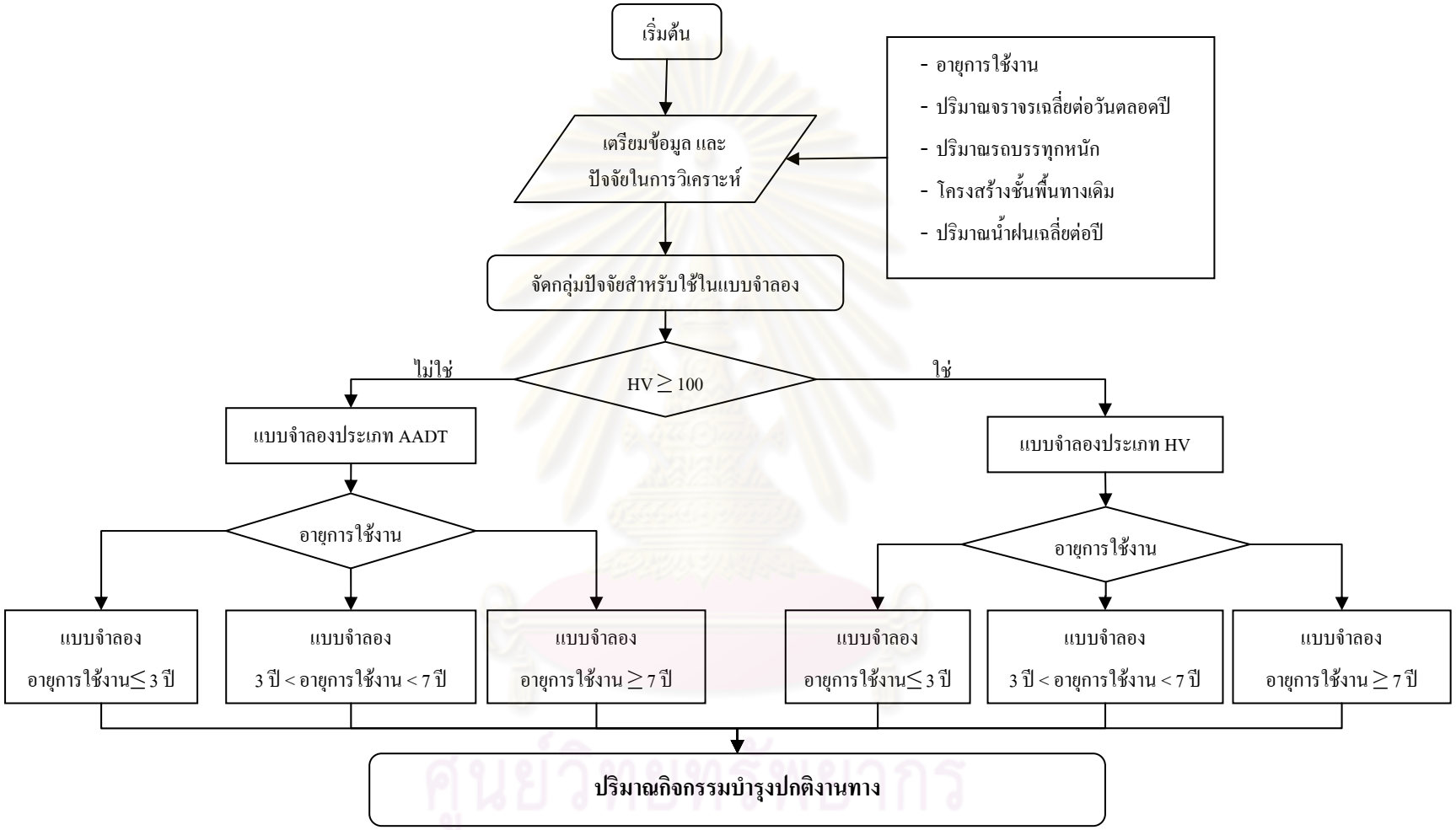
ขั้นตอนที่ 5 พยากรณ์ปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง

5.2 การประยุกต์วิธีการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางสำหรับการใช้งานในการวางแผนงบประมาณ

การประยุกต์ใช้วิธีประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทาง เป็นการนำวิธีการประมาณปริมาณงานที่พัฒนาขึ้น และนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณที่จะเกิดขึ้นในปีถัดไป การประยุกต์ใช้แบ่งเป็น 2 ตัวอย่างคือกรณีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี หรือปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และกรณีปริมาณรถบรรทุกหนัก หรือปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน สำหรับผลที่ได้จากการประมาณปริมาณงานสามารถนำไปใช้ในการวางแผนงบประมาณต่อไป

ตัวอย่างที่ 1 สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน กำหนดให้สายทางตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้

1. สายทางมีระยะทางทั้งสิ้น 2.350 กิโลเมตร
2. อายุการใช้งานของสายทาง
   - 2.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 1 ปี
   - 2.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 11 ปี
   - 2.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 5 ปี
3. ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเท่ากับ 2,354 คันต่อวัน



ภาพที่ 5.1 วิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง

4 ปริมาณรถบรรทุกหนักเท่ากับ 38 คันต่อวัน

5 โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีค่า %CBR เท่ากับ 4.5

6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 828 มิลลิเมตรต่อปี

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาใช้ในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง ดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการจัดกลุ่มของปัจจัยต่างๆ สำหรับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในแบบจำลองรายละเอียดดังต่อไปนี้
   - 1.1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเท่ากับ 2,354 คันต่อวัน จากการพิจารณาตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีจัดอยู่ในกลุ่มที่ 4
   - 1.2 ปริมารรถบรรทุกหนักเท่ากับ 38 คันต่อวัน จากการพิจารณาตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีจัดอยู่ในกลุ่มที่ 2
   - 1.3 โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีค่า %CBR เท่ากับ 4.5 จากการพิจารณาตารางที่ 4.4 พบว่าเป็นดินแข็งปานกลางจัดอยู่ในกลุ่มที่ 2
   - 1.4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 828 มิลลิเมตรต่อปี จากการพิจารณาตารางที่ 4.5 พบว่าปริมาณน้ำฝนน้อยซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1
2. พิจารณาปริมาณรถบรรทุกหนักพบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองประเภทปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเป็นแบบจำลองสำหรับประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทาง
3. พิจารณาอายุการใช้งานผิวทางเพื่อเลือกกลุ่มของแบบจำลอง รายละเอียดดังต่อไปนี้
   - 3.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 1 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
   - 3.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 11 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 5 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี

4. ประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางโดยแบ่งเป็นปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง และขุดซ่อมผิวทาง ซึ่งแสดงแต่ละกิโลเมตร รายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -39 + (9×Service life) + (7×AADT) + (12×Structure)

= -39 + (9×1) + (7×4) + (12×2)

= 22 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -34 + (7×Service life) + (8×AADT) + (10×Structure)

= -34 + (7×1) + (8×4) + (10×2)

= 25 ตารางเมตร

4.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -1,366 + (137×Service life) + (152×AADT) + (248×Structure)

= -1,366 + (137×11) + (152×4) + (248×2)

= 1,245 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -575 +(60×Service life) + (51×AAADT) + (78×Structure) + (82×Rainfall)

= -575 + (60×11) + (51×4) + (78×2) + (82×1)

= 527 ตารางเมตร

4.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -325 + (53×Service life) + (42×AADT) + (54×Structure)

= -325 + (53×5) + (42×4) + (54×2)

= 216 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -24 + (15×Service life) + (12×AADT) + (18×Structure)

= -24 + (15×5) + (12×4) + (18×2)

= 135 ตารางเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากกิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 มีระยะทาง 350 เมตร ดังนั้นปริมาณปะซ่อมผิวทางเท่ากับ 216 × (350÷1,000) = 76 ตารางเมตร และปริมาณขุดซ่อมผิวทางเท่ากับ 48 ตารางเมตร

ตัวอย่างที่ 2 สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน กำหนดให้สายทางตัวอย่างมีรายละเอียดดังนี้

1. สายทางมีระยะทางทั้งสิ้น 2.350 กิโลเมตร
2. อายุการใช้งานของสายทาง
   - 2.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 1 ปี
   - 2.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 11 ปี
   - 2.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 5 ปี
3. ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเท่ากับ 2,354 คันต่อวัน
4. ปริมาณรถบรรทุกหนักเท่ากับ 1,567 คันต่อวัน
5. โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีค่า %CBR เท่ากับ 2.5
6. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 2,436 มิลลิเมตรต่อปี

จากข้อมูลข้างต้นสามารถนำมาใช้ในการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการจัดกลุ่มของปัจจัยต่างๆ สำหรับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ในแบบจำลองรายละเอียดดังต่อไปนี้
   - 1.1 ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีเท่ากับ 2,354 คันต่อวัน จากการพิจารณาตารางที่ 4.2 พบว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีจัดอยู่ในกลุ่มที่ 4
   - 1.2 ปริมารรถบรรทุกหนักเท่ากับ 1,567 คันต่อวัน จากการพิจารณาตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีจัดอยู่ในกลุ่มที่ 6
   - 1.3 โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมมีค่า %CBR เท่ากับ 2.5 จากการพิจารณาตารางที่ 4.4 พบว่าเป็นดินอ่อนมากจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3
   - 1.4 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 2,436 มิลลิเมตรต่อปี จากการพิจารณาตารางที่ 4.5 พบว่าปริมาณน้ำฝนน้อยซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. พิจารณาปริมาณรถบรรทุกหนัก พบว่าปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน ดังนั้นจึงเลือกแบบจำลองประเภทปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นแบบจำลองสำหรับประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทา
3. พิจารณาอายุการใช้งานผิวทางเพื่อเลือกกลุ่มของแบบจำลอง รายละเอียดดังต่อไปนี้
    3.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 1 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี
    3.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 11 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี
    3.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 อายุการใช้งานผิวทางเท่ากับ 5 ปี พิจารณาเลือกแบบจำลองกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี
4. ประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางโดยแบ่งเป็นปริมาณงานในแต่ละกิโลเมตร รายละเอียดดังต่อไปนี้

    4.1 กิโลเมตรที่ 0+000 – 1+000

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -65 + (11×Service life) + (18×HV) + (20×Structure)

= -65 + (11×1) + (18×6) + (20×3)

= 114 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -39 + (9×Service life) + (11×HV) + (12×Structure)

= -39 + (9×1) + (11×6) + (12×3)

= 75 ตารางเมตร

    4.2 กิโลเมตรที่ 1+000 – 2+000

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -1,501 + (184×Service life) + (135×HV) + (194×Structure)

= -1,501 + (184×11) + (135×6) + (194×3)

= 1,915 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -640 + (57×Service life) + (67×HV) + (72×Structure) + (128×Rainfall)

= -640 + (57×11) + (67×6) + (72×3) + (128×3)

= 989 ตารางเมตร

4.3 กิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350

ปริมาณปะซ่อมผิวทาง = -427 + (69×Service life) + (65×HV) + (58×Structure)

= -427 + (69×5) + (65×6) + (58×3)

= 482 ตารางเมตร

ปริมาณขุดซ่อมผิวทาง = -4 + (15×Service life) + (14×HV) + (10×Structure)

= -4 + (15×5) + (14×6) + (10×3)

= 185 ตารางเมตร

เนื่องจากกิโลเมตรที่ 2+000 – 2+350 มีระยะทาง 350 เมตร ดังนั้นปริมาณปะซ่อมผิวทางเท่ากับ 482 × (350÷1,000) = 169 ตารางเมตร และปริมาณขุดซ่อมผิวทางเท่ากับ 65 ตารางเมตร

ผลการประมาณปริมาณงาน กรณีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี หรือปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และกรณีปริมาณรถบรรทุกหนัก หรือปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน สรุปดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปการประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทาง

ช่วงกิโลเมตร	ประเภทกิจกรรม	วิธีการดำเนินงาน	ปริมาณงานในแต่ละประเภทแบบจำลอง	
			ประเภท HV	ประเภท AADT
0+000 – 1+000	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	114 ตารางเมตร	22 ตารางเมตร
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	75 ตารางเมตร	25 ตารางเมตร
1+000 – 2+000	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	1,915 ตารางเมตร	1,245 ตารางเมตร
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	989 ตารางเมตร	527 ตารางเมตร
2+000 – 2+350	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	169 ตารางเมตร	76 ตารางเมตร
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	65 ตารางเมตร	48 ตารางเมตร

ปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางที่พยากรณ์ได้ สามารถนำไปคำนวณร่วมกับราคาต่อหน่วยในแต่ละวิธีการซ่อมบำรุงเพื่อให้ได้งบประมาณสำหรับการบำรุงปกติผิวทางในแต่ละกิโลเมตร สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ได้นำราคาต่อหน่วยในการซ่อมบำรุงของสำนักทางหลวงชนบทจังหวัดกาญจนบุรี สำนักทางหลวงชนบทที่ 14 (สุพรรณบุรี) มาใช้ประกอบสำหรับการคำนวณงบประมาณที่ต้องการในการซ่อมบำรุงปกติ ราคาต่อหน่วยในแต่ละประเภทการซ่อมบำรุงปกติ

แสดงดังตารางที่ 5.2 และงบประมาณซึ่งต้องการในการนำมาใช้ในการซ่อมบำรุงดังแสดงตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 ราคาต่อหน่วยในแต่ละประเภทกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง

ประเภทกิจกรรมบำรุงปกติงานทาง	ราคาต่อหน่วย
กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	186 บาท / $ม^2$
กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	244 บาท / $ม^2$

ตารางที่ 5.3 สรุปงบประมาณที่ต้องการใช้ในงานบำรุงปกติผิวทาง

ช่วงกิโลเมตร	ประเภทกิจกรรม	วิธีการดำเนินงาน	งบประมาณ (บาท)	
			ประเภท HV	ประเภท AADT
0+000 – 1+000	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	21,204	4,092
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	18,300	6,100
รวมงบประมาณบำรุงปกติผิวทางในแต่ละช่วงกิโลเมตร			**39,504**	**10,192**
1+000 – 2+000	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	356,190	231,570
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	241,316	128,588
รวมงบประมาณบำรุงปกติผิวทางในแต่ละช่วงกิโลเมตร			**575,506**	**360,158**
2+000 – 2+350	บำรุงปกติผิวทาง	กิจกรรมปะซ่อมผิวทาง	31,434	14,136
		กิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง	15,860	11,712
รวมงบประมาณบำรุงปกติผิวทางในแต่ละช่วงกิโลเมตร			**47,294**	**25,848**

จากการศึกษางานวิจัยในอดีตของมานพ สุสิงห์ (2551) เกี่ยวกับการพัฒนาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบทพบว่า การจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบันจัดสรรเป็นราคาต่อหน่วยต่อความยาวของถนน โดยแต่ละสายทางได้รับการจัดสรรงบประมาณเท่ากับ 24,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร ซึ่งมีสัดส่วนของงบประมาณในกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางประมาณร้อยละ 70 ดังนั้นงบประมาณปกติผิวทางมีค่าเท่ากับ 16,800 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร

จากการนำแบบจำลองประมาณปริมาณงานบำรุงปกติงานทางไปใช้ในการวางแผนงบประมาณบำรุงปกติผิวทางทาง เปรียบเทียบกับการจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบัน โดยนำสายทางจำนวน 150 กิโลเมตรมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบ โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางละ 50 กิโลเมตร และการเปรียบเทียบงบประมาณ สายทางตัวอย่างครอบคลุม

อายุการใช้งานผิวทางทั้ง 3 กลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี อายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี โดยแยกวิเคราะห์ออกเป็นงบประมาณที่ต้องการ และงบประมาณบำรุงปกติผิวทางโดยเฉลี่ยต่อกิโลเมตร เพื่อเปรียบเทียบกับการจัดสรรงบประมาณในปัจจุบัน ผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบการวางแผนงบประมาณกิจกรรมปะซ่อมผิวทางโดยการใช้แบบจำลองและการจัดสรรงบประมาณในปัจจุบัน

อายุการใช้งานผิวทาง	การวางแผนงบประมาณบำรุงปกติผิวทางโดยใช้แบบจำลอง				การจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบัน (บาทต่อกิโลเมตร)
	งบประมาณที่ต้องการสำหรับการบำรุงปกติ (บาท)		งบประมาณบำรุงปกติต่อกิโลเมตร (บาทต่อกิโลเมตร)		
	รูปแบบ HV	รูปแบบ AADT	รูปแบบ HV	รูปแบบ AADT	
Service life $\leq$ 3	1,597,752	444,890	31,955	8,897	16,800
3 < Service life < 7	4,962,854	2,635,386	99,257	52,707	
Service life $\geq$ 7	17,735,624	12,396,728	354,712	247,935	

จากตารางที่ 5.4 พบว่างบประมาณบำรุงปกติผิวทางซึ่งจัดสรรในปัจจุบันเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในงานบำรุงในช่วงอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปีในสายทางซึ่งมีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวันเท่านั้น จากการพิจารณางบประมาณบำรุงปกติต่อกิโลเมตรพบว่า งบประมาณบำรุงปกติผิวทางที่จัดสรรในปัจจุบันมากกว่างบประมาณบำรุงปกติต่อกิโลเมตรซึ่งประมาณจากแบบจำลองเท่ากับ 7,903 บาทต่อกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 47 แต่สายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวันพบว่า งบประมาณที่จัดสรรในปัจจุบันน้อยกว่างบประมาณที่ประมาณจากแบบจำลองถึง 15,155 บาทต่อกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 90.2

สำหรับสายทางซึ่งมีอายุการใช้งานผิวทางมากกว่า 3 ปีพบว่า งบประมาณบำรุงปกติผิวทางที่จัดสรรในปัจจุบันน้อยกว่างบประมาณซึ่งคำนวณจากแบบจำลองทั้งสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีพบว่ามีความแตกต่างของงบประมาณประมาณ 337,912 บาทต่อกิโลเมตรสำหรับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน และ 231,135 บาทต่อกิโลเมตรสำหรับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน ซึ่งสายทางดังกล่าวอาจต้องมีการพิจารณาซ่อมโดยวิธีอื่นซึ่งเหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจมีความเสียหายถึงชั้นโครงสร้างซึ่งต้องการการซ่อมบำรุงที่แตกต่างกันออกไป เช่น การเสริมผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต การบูรณะผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต เป็นต้น

5.3 สรุป

เนื้อหาในบทนี้เป็นการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากบทที่ 4 มาพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางโดยวิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาทาง โดยการนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณงานในอนาคต และสามารถวางแผนงบประมาณการบำรุงปกติผิวทางได้ ในงานวิจัยชิ้นนี้เหมาะสำหรับการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางในสายทางเพื่อทราบปริมาณงานที่จะเกิดขึ้นตลอดทั้งปี เพื่อให้สามารถวางแผนงบประมาณได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยปัจจัยที่มาวิเคราะห์ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งาน เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

ทางนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศ โดยมีหลายหน่วยงานรับผิดชอบในงานทางหลวง เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท การทางพิเศษแห่งประเทศไทย องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น ซึ่งหลังจากมีการก่อสร้างและเปิดให้บริการแก่ผู้ใช้ทางแล้ว งานที่สำคัญในลำดับต่อมาคือ งานซ่อมบำรุงรักษาทางเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพการใช้งานที่ดีและมีอายุการใช้งานได้ยืนยาว ดังนั้นกรมทางหลวงชนบทจึงได้แบ่งการซ่อมบำรุงรักษาทางออกเป็น 4 ประเภทคือ กิจกรรมซ่อมบำรุงปกติ กิจกรรมซ่อมบำรุงตามกำหนดระยะเวลา กิจกรรมซ่อมบำรุงพิเศษและบูรณะ และกิจกรรมซ่อมบำรุงฉุกเฉิน เนื่องจากในปัจจุบันงบประมาณที่ได้รับในการซ่อมบำรุงรักษาทางของหน่วยงานที่รับผิดชอบไม่ว่าจะเป็นกรมทางหลวงหรือกรมทางหลวงชนบทมีน้อยกว่าความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษาทาง ซึ่งไม่เพียงพอกับความต้องการในการซ่อมบำรุงรักษาทางให้ครอบคลุมกับปริมาณความเสียหายของทางที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นทางหลวงที่ไม่ได้รับการซ่อมบำรุงเพียงพอจึงเกิดความเสียหายลุกลามมากขึ้นจนเกินกว่าที่จะซ่อมแซมได้ถึงขั้นที่จะต้องทำการบูรณะก่อสร้างใหม่ในบางสายทาง ด้วยเหตุนี้การวางแผนงบประมาณในการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้การใช้งบประมาณเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะในส่วนของงานบำรุงปกติ โดยที่ความหมายของงานบำรุงปกติในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท หมายถึง การบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำเพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็วและปลอดภัยในการขับขี่ และป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่วงกว้างออกไป แต่ทั้งนี้งานบำรุงปกติจะไม่รวมถึงงานที่เกี่ยวกับการเสริมแต่งปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม เพื่อทำให้ทางหลวงมีสภาพดีกว่าเดิม การจัดสรรงบประมาณบำรุงปกติในปัจจุบันจัดสรรเป็นราคาต่อหน่วยต่อความยาวของถนน โดยแต่ละสายทางได้รับการจัดสรรงบประมาณเท่ากับ 24,000 บาทต่อกิโลเมตรต่อ 2 ช่องจราจร ซึ่งการจัดสรรงบประมาณโดยวิธีดังกล่าวอาจไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการดำเนินงานซ่อมบำรุงปกติ เนื่องจากการจัดสรรโดยวิธีดังกล่าวมิได้พิจารณาถึงสภาพการใช้งาน สภาพความเสียหายตลอดจนอายุการใช้งานในปัจจุบันของสายทาง อีกทั้งในแต่ละสายทางมีความแตกต่างทั้งด้านกายภาพ เช่น ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุก หรือด้านภูมิศาสตร์ เช่น โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิมตลอดจนความแตกต่างทางด้านภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ ล้วนส่งผลต่อการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของกิจกรรมงานบำรุงปกติทั้งสิ้น นอกจากนั้นการจัดสรรงบประมาณโดยวิธีดังกล่าวทำให้งบประมาณที่ได้รับในแต่ละสายทาง อาจไม่เพียงพอในบางสายทาง และอาจมาก

เกินไปในบางสายทาง ซึ่งการจัดสรรงบประมาณไม่เกิดประโยชน์สูงสุด จากเหตุผลข้างต้นทำให้งบประมาณที่ได้รับอนุมัติไม่เพียงพอเพื่อนำไปใช้ในการซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างทันท่วงที ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดการลุกลาม และต้องใช้งบประมาณในการซ่อมแซมความเสียหายเพิ่มขึ้น ดังนั้นในการวางแผนงบประมาณในงานบำรุงปกติจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมงานบำรุงปกติผิวทางโดยพิจารณา อายุการใช้งานของผิวทางร่วมกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสียหาย เช่น ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทาง ตลอดจนปริมาณน้ำฝน เพื่อใช้ในการวางแผนงบประมาณในกิจกรรมงานบำรุงปกติผิวทางให้สอดคล้องกับความต้องการอย่างเหมาะสม ทำให้การจัดสรรงบประมาณมีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และทำให้การใช้งบประมาณเกิดประโยชน์สูงสุด

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทาง และเลือกสายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบท ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงาน ได้แก่ อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี โดยเป็นข้อมูลที่สำรวจและเก็บรวบรวมโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบทระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 และพ.ศ. 2553 ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้นำมาทำการคัดเลือกและตรวจสอบข้อมูล โดยพิจารณาสายทางที่เป็นผิวทางชนิดลาดยางที่มีการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลดังที่กล่าวมาแล้วอย่างครบถ้วน และมีประวัติการดำเนินงานซ่อมบำรุงปกติอย่างต่อเนื่อง

เมื่อคัดเลือกและตรวจสอบข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานสำหรับการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางแบ่งเป็น 2 กิจกรรมคือกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง (Skin Patching) และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patching) ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นประกอบไปด้วยข้อมูลกิจกรรมปะซ่อมผิวทางจำนวน 1,744 ตัวอย่าง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางจำนวน 1,408 ตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุ และการทดสอบแบบจำลอง ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ได้แก่ อายุการใช้งานของผิวทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม สำหรับกลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 7 ปีพบว่า ปริมาณรถบรรทุกหนักมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อปริมาณงานมากที่สุด แต่กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี พบว่าปัจจัยดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุงานทางมีการเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งานเป็นเวลานาน และความล้าสะสมเนื่องจากการรับน้ำหนักของยานพาหนะที่สัญจรผ่าน ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีไม่มีความสัมพันธ์เชิงสถิติอย่างมีนัยสำคัญต่อปริมาณงานปะซ่อมผิวทาง แต่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณขุดซ่อมผิวทางเมื่อผิวทางมีอายุการใช้

งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปี ทั้งนี้เนื่องจากการที่วัสดุงานทางเริ่มเสื่อมสภาพทำให้มีน้ำฝนซึมผ่านเข้าสู่ชั้นโครงสร้างของทาง จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ทราบว่าจังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนในปริมาณสูงย่อมส่งผลให้มีปริมาณขุดซ่อมผิวทางสูงเช่นกัน เนื่องจากการซึมผ่านของน้ำฝนเข้าสู่ชั้นโครงสร้างพื้นทาง ทำให้ความเสียหายเกิดการลุกลาม ส่วนที่สองการวิเคราะห์ความถดถอยแบบพหุเพื่อพัฒนาแบบจำลองซึ่งแบบจำลองแบ่งกลุ่มอายุการใช้งานของผิวทางออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ปี กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่น้อยกว่า 7 ปี และกลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีทั้งในส่วนของกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง และส่วนสุดท้ายการทดสอบแบบจำลองพบว่า ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณงานจากแบบจำลองมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้พัฒนาแบบจำลองขึ้น 2 รูปแบบคือ แบบจำลองซึ่งเหมาะกับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน ประกอบไปด้วยปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณรถบรรทุกหนัก และโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และแบบจำลองซึ่งเหมาะสมกับสายทาที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน ซึ่งมีปัจจัยอายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี และโครงสร้างชั้นพื้นทาง สำหรับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เป็นปัจจัยเพิ่มเติมสำหรับแบบจำลองขุดซ่อมผิวทาง กลุ่มอายุการใช้งานมากกว่าหรือเท่ากับ 7 ปีเท่านั้น ซึ่งจากการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าว พบว่ามีความแม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยการทดสอบแบบจำลองได้อาศัยข้อมูลการดำเนินงานกิจกรรมบำรุงปกติในปีงบประมาณ พ.ศ. 2553 ซึ่งดำเนินการและเก็บสำรวจโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท จากการทดสอบแบบจำลองพบว่าแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10 ร้อยละความความคลาดเคลื่อนสูงสุดของแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและที่ประเมินจากปริมาณรถบรรทุกหนัก มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 26 และร้อยละ 20 ตามลำดับ

แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 17 สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 7 ปีแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางให้ผลความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 5 และค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 7 ดังนั้นในการนำไปใช้งานควรเลือกใช้แบบจำลองให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานของสายทางเพื่อให้เกิดความถูกต้อง และแม่นยำ โดย แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกหนัก จะใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 100 คันต่อวัน และแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ใช้กับสายทางที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักน้อยกว่า 100 คันต่อวัน

วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางโดยวิธีการประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษาทางโดยการนำไปใช้พยากรณ์ปริมาณงานในอนาคต และสามารถวางแผนงบประมาณการบำรุงปกติผิวทางได้ ในงานวิจัยชิ้นนี้เหมาะสำหรับการนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางในสายทางเพื่อทราบปริมาณงานที่จะเกิดขึ้นตลอดทั้งปี เพื่อให้สามารถวางแผนงบประมาณได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณงาน คือ ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งาน เป็นต้น

6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิธีประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางที่พัฒนาขึ้น พิจารณาโดยใช้แบบจำลองในการประมาณปริมาณงานทั้งกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกิจกรรมขุดซ่อมผิวทาง ซึ่งวิธีการที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปพยากรณ์ปริมาณงานบำรุงปกติงานทางที่จะเกิดขึ้นตลอดทั้งปี เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนงบประมาณและใช้ในการบริหารงานโครงข่ายทาง เนื่องจากการประมาณปริมาณอย่างมีระบบและเหมาะสม อีกทั้งยังพิจารณาปัจจัยและสภาพแวดล้อมต่างๆของสายทาง เช่น อายุการใช้งานผิวทาง ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เป็นต้น ซึ่งช่วยลดความคลาดเคลื่อนการวางแผนงบประมาณวิธีเดิมซึ่งใช้ระยะทางในความรับผิดชอบเป็นวิธีการในการจัดสรรงบประมาณ และสามารถดำเนินงานซ่อมบำรุงได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี เป็นการป้องกันความเสียหายไม่ให้เกิดการลุกลาม อีกทั้งเป็นการประหยัดทรัพยากรและงบประมาณของประเทศชาติ แต่การนำวิธีประมาณปริมาณงานของงานวิจัยนี้ไปใช้พยากรณ์ปริมาณงานยังมีข้อจำกัดบางประการ ประการแรก คือ การนำแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมบำรุงปกติผิวทางไปใช้พยากรณ์ปริมาณงาน จำเป็นอย่างยิ่งจะต้องเตรียมข้อมูลต่างๆ ให้ครบถ้วนได้แก่ ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก อายุการใช้งานผิวทาง โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี หากมีปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งขาดหายไปทำให้ไม่สามารถใช้แบบจำลองประมาณปริมาณงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ประการที่สอง การนำแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทางและกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณงาน จำเป็นต้องนำปัจจัยปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ปริมาณรถบรรทุกหนัก โครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ไปจัดกลุ่มในแต่ละประเภทของปัจจัย เพื่อให้ได้กลุ่มตัวแทนของปัจจัยสำหรับนำไปใช้แทนค่าในแบบจำลอง นอกจากนั้นกลุ่มตัวแทนที่นำไปใช้แทนค่าในแบบจำลองพิจารณาจากช่วงของปัจจัย เช่น ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีระหว่าง 1,000 – 2,000 คันต่อวันมีกลุ่มตัวแทน

สำหรับใช้ในการแทนค่าในแบบจำลองคือ 3 ซึ่งการแทนค่าในแบบจำลองด้วยกลุ่มตัวแทนนั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้

ประการที่สาม การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงาน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเป็นการนำข้อมูลซึ่งเก็บสำรวจ และเก็บรวบรวมโดยสำนักบำรุงทาง กรมทางหลวงชนบท ซึ่งใช้ข้อมูลที่จัดเก็บไว้อยู่แล้ว มิได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลใหม่ และข้อมูลที่เก็บรวบรวมมีเพียงแค่ 1 ปีเท่านั้น และสายทางบางส่วนมีข้อมูลไม่ครบถ้วนทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ในอนาคตหากมีการเก็บรวบรวมข้อมูลมากขึ้นควรมีการปรับปรุงแบบจำลองในกรณีที่มีข้อมูลมีปริมาณมากยิ่งขึ้นเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ประการที่สี่ ปัจจัยสำหรับการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ อีกเช่น ความลาดชันของพื้นที่ ระยะเวลาในการเข้าดำเนินการซ่อมบำรุง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวยังมิได้มีการเก็บข้อมูล ซึ่งในอนาคตควรมีการเก็บรวบรวมเพิ่มเติมเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากการพัฒนาวิธีประมาณปริมาณงานบำรุงปกติผิวทางดังกล่าว อ้างอิงมาจากข้อมูลและแนวทางปฏิบัติของกรมทางหลวงชนบทเป็นหลัก ทำให้ในเบื้องต้นอาจเหมาะสมสำหรับการใช้งานกับสายทางที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทเท่านั้น อนาคตซึ่งมีการส่งเสริมให้ภาคเอกชนเข้ามามีส่วนร่วมกับภาครัฐมากยิ่งขึ้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดจ้างสำหรับการจ้างเหมาบำรุงปกติได้ ทั้งนี้ในอนาคตถ้าหน่วยงานของรัฐหรือเอกชนอื่นได้เล็งเห็นถึงความสำคัญต่อการบำรุงปกติสามารถนำเอาแนวทางและวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานสำหรับประมาณปริมาณกิจกรรมบำรุงปกติ กำหนดแนวทางการวางแผนและนโยบายซ่อมบำรุงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กชกร โง้วศิริ และวิศณุ ทรัพย์สมพล. 2544. การกำหนดคาบเวลางานเสริมผิวแอสฟัลท์โดยการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของถนน. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 7 : CEM 75 – CEM 80.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2550. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2551. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทางหลวง, กรม. 2539. การปรับปรุงการคิดค่าปริมาณงานและค่าบำรุงปกติของผิวทางแอสฟัลต์และคอนกรีต. รายงานฉบับที่ วพ. 155. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิเคราะห์ วิจัย และพัฒนางานทาง.

ทางหลวง, กรม. 2548. เอกสารราคาต่อหน่วยงานบำรุงรักษาทางหลวง. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง.

ทางหลวง, กรม. 2540. การศึกษาความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ วิศวกรรม และผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจร ระยะที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักแผนและโครงการทางหลวง.

ทางหลวง, กรม. 2551. คู่มือปฏิบัติงานบำรุงรักษาทางหลวง, กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง.

ทางหลวงชนบท, กรม. 2549. คู่มือบำรุงรักษาทาง. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวงชนบท.

ทางหลวงชนบท, กรม. 2551. คู่มือปฏิบัติงาน การก่อสร้าง และบำรุงรักษาทาง. กรุงเทพมหานคร : สำนักบำรุงทาง กรมทางหลงชนบท.

นันทา วงษ์วิโรจน์. 2532. สถิติทดสอบที่มีความแกร่งสำหรับทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญชา ธนพงศ์เสถียร และคณะ. 2544. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความขรุขระสากลกับค่าระดับความเสียหาย. โครงงานทางวิศวกรรมโยธาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญกอง ทะกลโยธิน. 2535. การศึกษาเปรียบเทียบการจำแนกกลุ่มสองกลุ่มระหว่างการวิเคราะห์การถดถอยทวิ และการวิเคราะห์จำแนกประเภท เมื่อตัวแปรอิสระมีการแจกแจงแบบเบ้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพนธ์ ชินอุดมทรัพย์. 2545. การวิเคราะห์ประสิทธิผลและแนวทางการจ้างเหมาภาคเอกชนในงานบำรุงปกติงานทาง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พรรณภา เหราบัตร และ สืบพงศ์ ไพศาลวัฒนา. 2543. การทำนายสภาพผิวทางเพื่อช่วยในงานบำรุงทางของกรมทางหลวง. The First Seminar on Pavement Management for Road Maintenance. กรุงเทพมหานคร.

มานพ สุสิงห์. 2551. การพัฒนาการบริหารจัดการงานบำรุงรักษาโครงข่ายทางหลวงชนบท. วิทยาลัยนักบริหาร สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน สำนักงานงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน

วิศณุ ทรัพย์สมพล และคณะ. 2543. การพัฒนาแบบจำลองสภาพความเสียหายของผิวทางลาดยางโดยวิธีใช้ค่า IRI ในประเทศไทย. วิศวกรรมสถานฉบับวิจัยและพัฒนา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 : 29 – 35.

วีระชัย วงษ์วีระนิมิตร และวิศณุ ทรัพย์สมพล. 2547. การพัฒนาแบบจำลองการเสื่อมสภาพของผิวทางลาดยางในถนนที่มีปริมาณจราจรต่ำโดยวิธีลูกโซ่มาร์คอฟ. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ 10 : CEM 165 – CEM 170.

สตรีรัตน์ เกิดสว่าง. 2548. การเปรียบเทียบเทคนิคการแปลงข้อมูลให้มีการแจกแจงแบบปกติ. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สายทอง แจ่มใจ. 2547. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวสถิติทดสอบในการทดสอบภาวะสารูปสนิทดี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงบประมาณ. 2550 – 2552. รายละเอียดประกอบร่างพระราชบัญญัติงบประมาณกรมทางหลวงชนบท ประจำปี 2547 – 2551. กรุงเทพมหานคร : สำนักงบประมาณ กระทรวงการคลัง.

อำนาจ วังจีน. 2550. ทางออกการใช้ One-Way ANOVA กับการวิจัยเมื่อข้อมูลไม่เป็นไปตามข้อกำหนด. ศรีปทุมปริทัศน์ 1 (มกราคม – มิถุนายน) : 44 – 53.

ภาษาอังกฤษ

Abdullah, I., Al-Mansour and Kumares, C.S. 1994. Economic Analysis of Effectiveness of Pavement Preventive Maintenance.Transportation Research Record 1442 : 31 – 37.

Al-Omari. B. and Darter. M.I.1995. Effect of Pavment Deterioration Types on IRI and Rehabilitation.Transportation Research Record 1505 : 57-65.

AI-Suleiman, T. I., Kheder, M. S., and AI-Masaeid, H. R. 1992. Development of Pavement Performance Models for Rural Roads. Road and Transport Research 1, 4: 88-101.

Collura, J., Spring, G., and Black, B. K. 1993. Service Lives and Costs of Local Highway Maintenance and Rehabilitation Treatments. Transportation Research Record 1397 : 90 – 95.

Essem, A.S., et al. 1991. Development of Methodology to Estimate Pavement Maintenance and Repair Costs for Different Ranges of Pavement Condition Index. Transportation Research Record 1123: 30-39.

Friedrich, W.J. 1986. Modeling of Life-Cycle Costs of Pavement Rehabilitation. Transportation Research Record 1060: 1-8.

George, K. P., Rajagopal, A. S., and Lim, L. K. 1989. Models for Predicting Pavement Deterioration. Transportation Research Record 1215: 7-14.

Grimmett, G. R. and Stirzaker, D. R. 1992. Probability and Random Processes. Clarendon Press: Oxford. 2nd Edition.

Haas, R. 1978. Pavement Management System. United States of America : McGraw-Hill.

Hajek, J. J., Phang, W. A., and Prakash, A. 1990. Estimating the Life of Asphalt Overlays Using Long-Term Pavement Performance Data. Transportation Research Record 1117 : 143 – 151.

Juni, E., Adam, T.M. and Sokolowski, D. 2008. Relating Cost to Condition in Routine Highway Maintenance. Transpotation Research Record 2044 : 3 – 10.

Lee, Ying-Haur, Mohseni, A., and Darter, M. I. 1993. Simplified Pavement Performance Models. Transportation Research Record 1397: 7-14.

Martin, C. T. 1996. A Review of Existing Pavement Performance Relationships. Research Report ARR. 282, June.

Odoki, J. B. 1997. Notes on the Effects on Patching on the Progression of Pothole. Communication to the ISOHDM. University of Birmingham.

Paisalwattana, S. 2000. Pavment Deterioration Model Development for Thailand Department of Highway Practice. Master of Engineering, School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology.

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

Ramaswamy, R. and Ben-Akiva, M. 1990. Estimation of Highway Pavement Deterioration from In-service Pavement Data. Transportation Research Record 1272 : 96 – 106.

Robinson, R., Danielson, U. and Snaith, M. 1998. Road Maintenance Management, Concepts and System. United Kingdom : Macmillian Pres Ltd.

Shahin, Mohamad Y., 1994. Pavement management for airports, roads, and parking lots. New York, United states of America: Chapman and Hall.

Sharma, B.M., Sood, V.K., and Sitaramanjaneyulu, K. 1994. Pavement Deterioration Model in India. Third International Conference on Managing Pavement 1 : 47 – 54.

The University of Birmingham and Transit New Zealand. 2002. Maintenance of Low Volume Roads.New Zealand : Transit New Zealand.

Vanier, D.J., 2006. Towards Sustainable Municipal Infrastructure Asset Management. Handbook on Urban Sustainability: 283 – 314.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปวโรธร ไชยเพ็ชร เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2528 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ.2550 ระหว่างการศึกษาได้รับทุนผู้ช่วยสอนและวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเป็นผู้ช่วยวิจัย สถาบันการขนส่งแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย