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 ให้ผลการทดสอบได้ไม่ดีเท่าทีควร 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

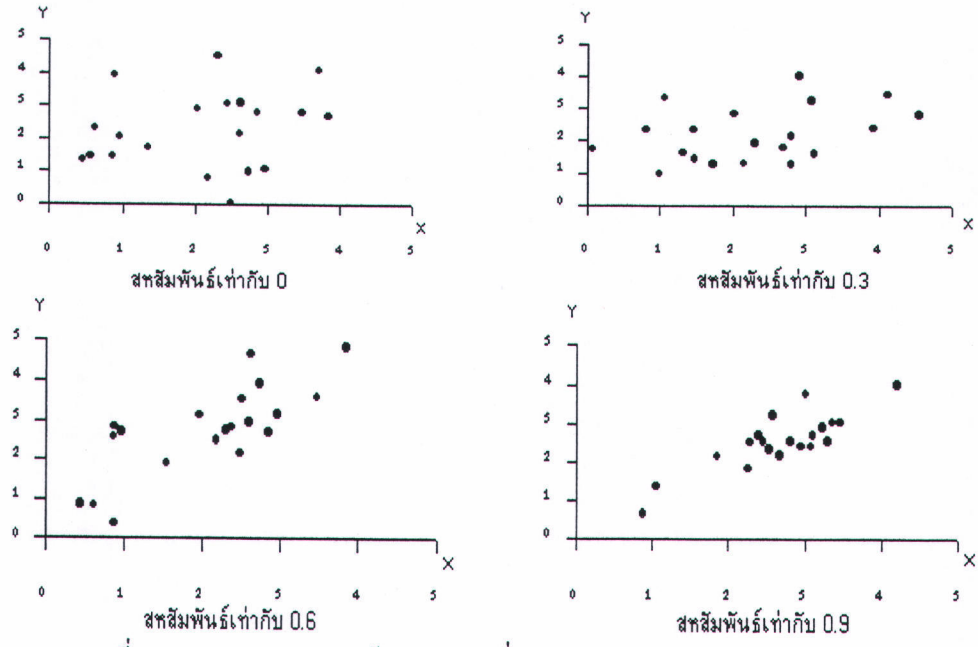
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เป็นค่าชี้วัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีการเกาะกลุ่มของจุดรอบๆ แนวเส้นตรงใกล้ชิดหรือกระจายห่างออกจากเส้นตรง และบอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่ามากหรือน้อย เช่น

- ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0 การกระจายของจุดกระจัดกระจาย ไม่เกาะกลุ่มรอบเส้นตรง 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

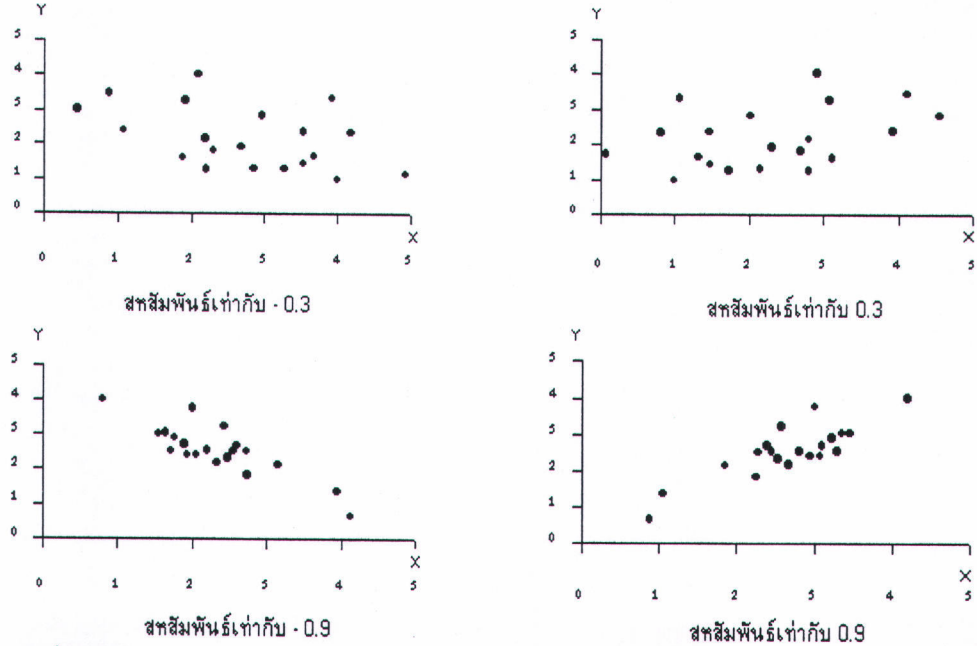
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าไม่เกิน 1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีค่าเท่ากับ 1 เรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์ โดยจุดทั้งหมดจะตกลงบนแนวเส้นตรงพอดี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างแท้จริง คือถ้าทราบค่าตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งก็สามารถทำนายค่าตัวแปรอีกตัวหนึ่งได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่างการกระจายของข้อมูลดังแสดงภาพที่ 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

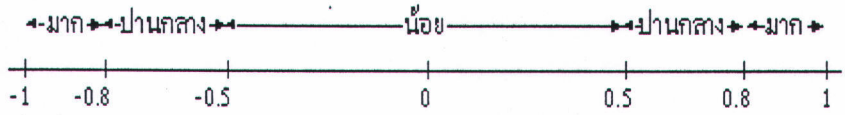


ภาพที่ 4.1 การกระจายของข้อมูล 4 ชุดที่มีค่ากลางและการกระจายเหมือนกัน แต่ละความสัมพันธ์แตกต่างกัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2550)



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 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \ldots, (x_n, y_n)$ 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

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

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

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

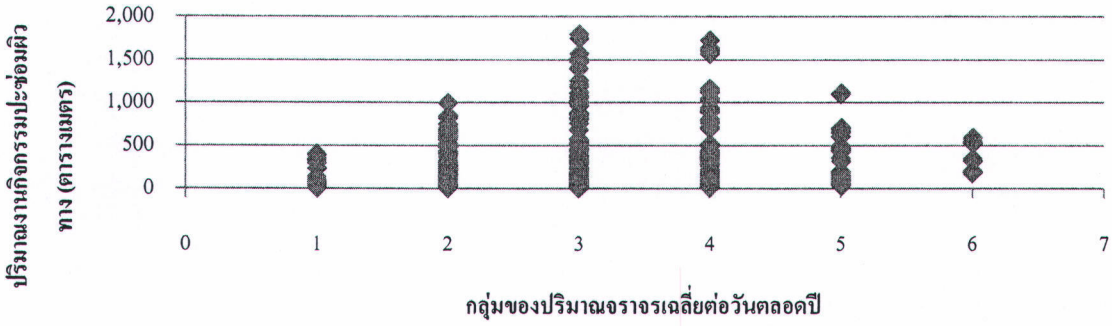
- ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามสามารถอธิบายด้วยตัวแปรอิสระที่มีอยู่ในสมการความถดถอย เพราะตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์สูงมาก
- ถ้า R^2 มีเข้าใกล้ 0 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามจะไม่สามารถอธิบายด้วยตัวแปรอิสระที่มีอยู่ในสมการความถดถอยนั้น เพราะตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก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

การพัฒนาแบบจำลองโดยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ เป็นการพยากรณ์ปริมาณปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทาง จากค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกำหนดปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปริมาณขุดซ่อมผิวทางเป็นตัวแปรตาม และค่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยเป็นตัวแปรอิสระ โดยใช้โปรแกรม SPSS เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ความถดถอย

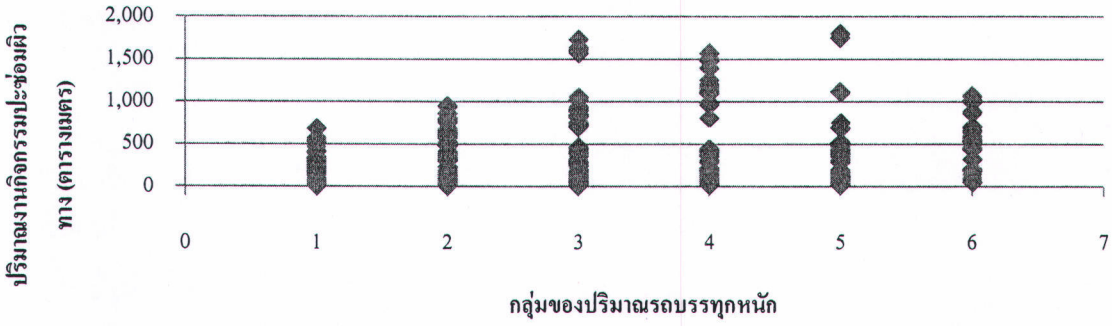
4.2 การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง

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

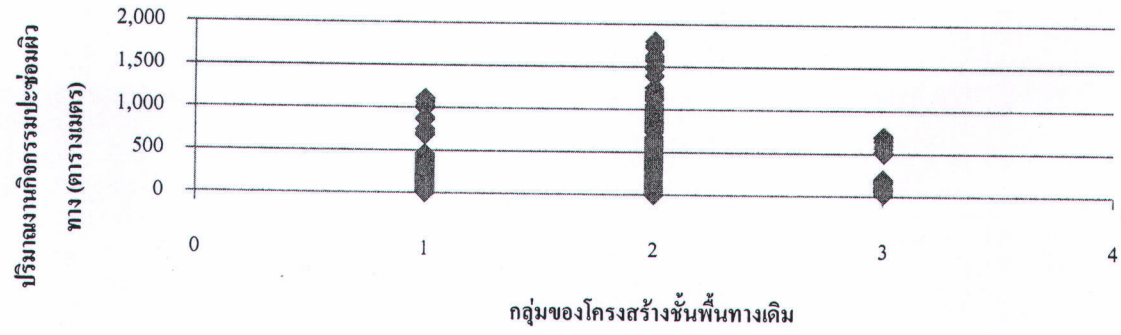
ภาพที่ 4.4 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง



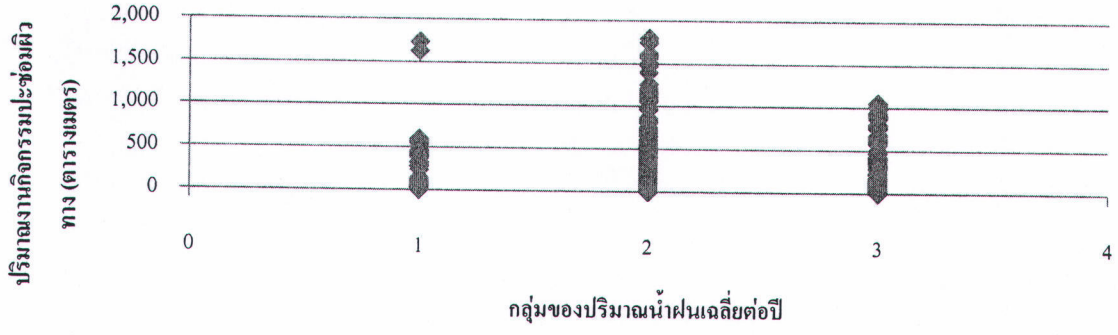
ภาพที่ 4.5 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี



ภาพที่ 4.6 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณรถบรรทุกหนัก



ภาพที่ 4.7 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของโครงสร้างชั้นพื้นทางเดิม

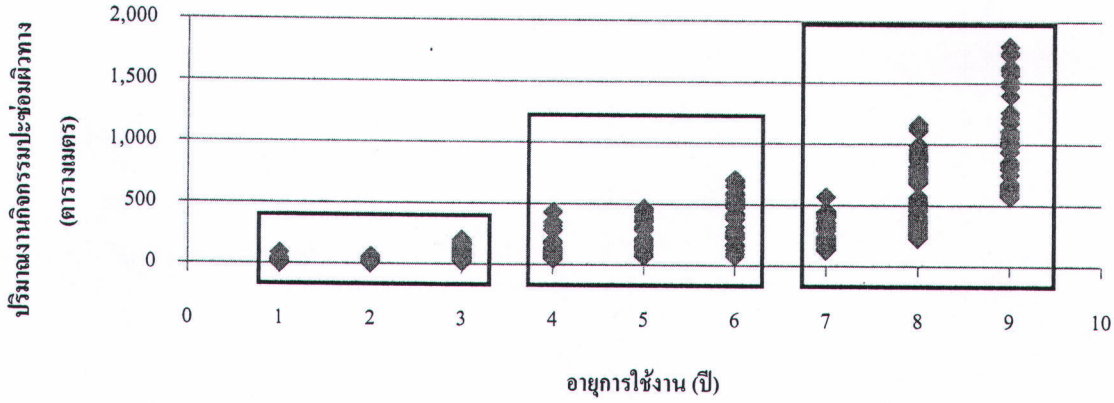


ภาพที่ 4.8 แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง และกลุ่มของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี

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%

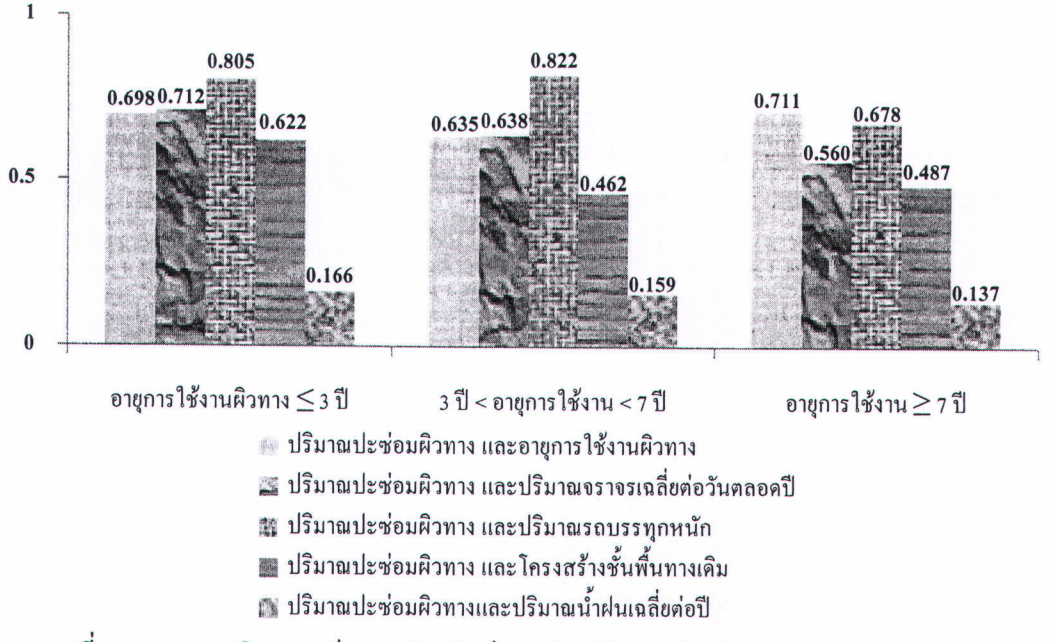
เมื่อพิจารณาข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีการแจกแจงแบบปกติแล้ว ขั้นตอนต่อไปทำการตรวจสอบว่าข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทาง และปัจจัยต่างๆ มีความสัมพันธ์กันโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เลือกใช้การวิเคราะห์โดยวิธี Pearson Correlation สำหรับจำนวนตัวอย่างสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ในกลุ่มอายุการใช้งานผิวทางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 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 ≤ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน ≥ 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

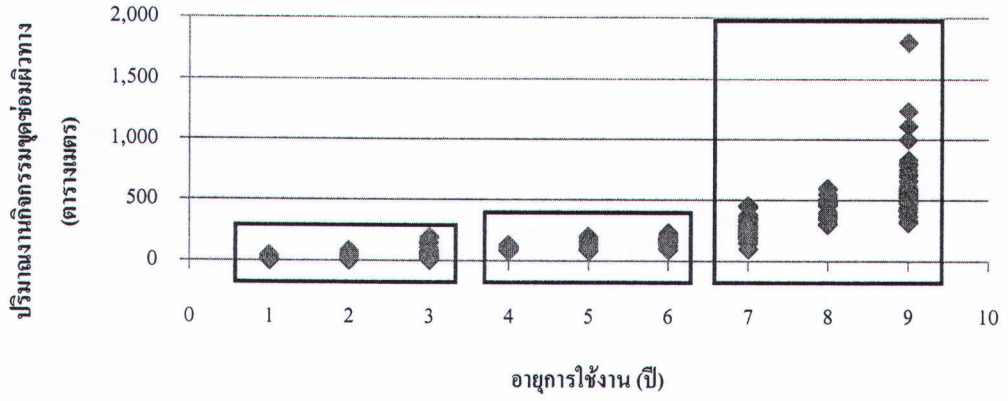
การพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมขุดซ่อมผิวทางอาศัยข้อมูลปริมาณปะซ่อมผิวทางจำนวน 1,408 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ได้แบ่งข้อมูลเป็นกลุ่มๆ เช่นเดียวกับการพัฒนาแบบจำลองประมาณปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทาง จากการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทาง และอายุการใช้งานผิวทาง มีการแบ่งกลุ่มชัดเจนที่สุดจำนวน 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

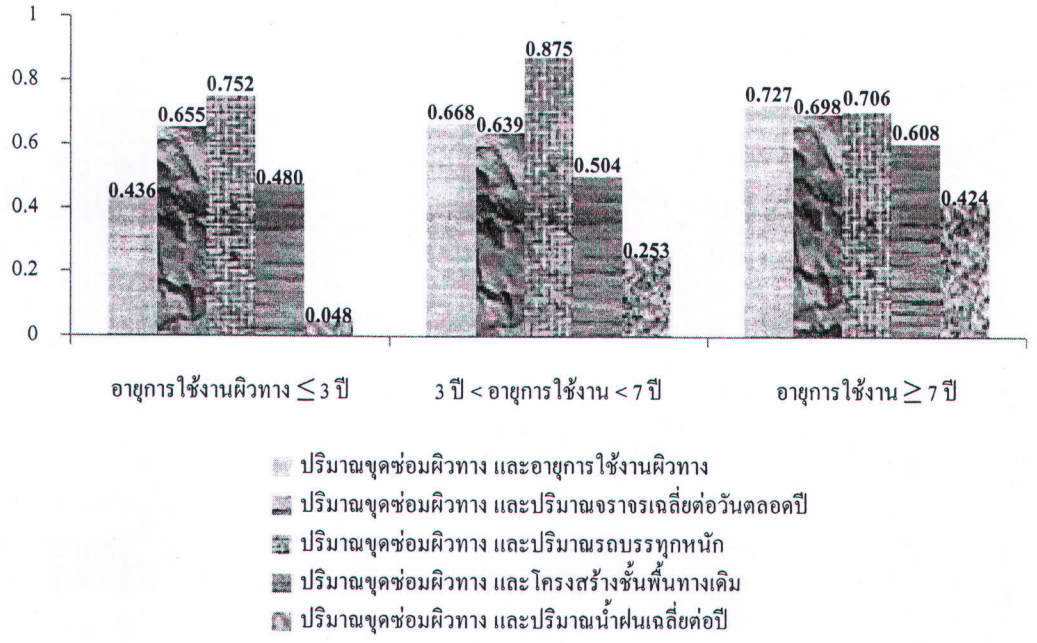
ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณขุดซ่อมผิวทางและปัจจัยต่างๆ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ข้อมูล	ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์					
	อายุการใช้งานผิวทาง $\leq$ 3 ปี		3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี		อายุการใช้งาน $\geq$ 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 $\leq$ 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)	-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 $\leq$ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน $\geq$ 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 $\leq$ 3 ปี			3 ปี < อายุการใช้งาน < 7 ปี			อายุการใช้งาน $\geq$ 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

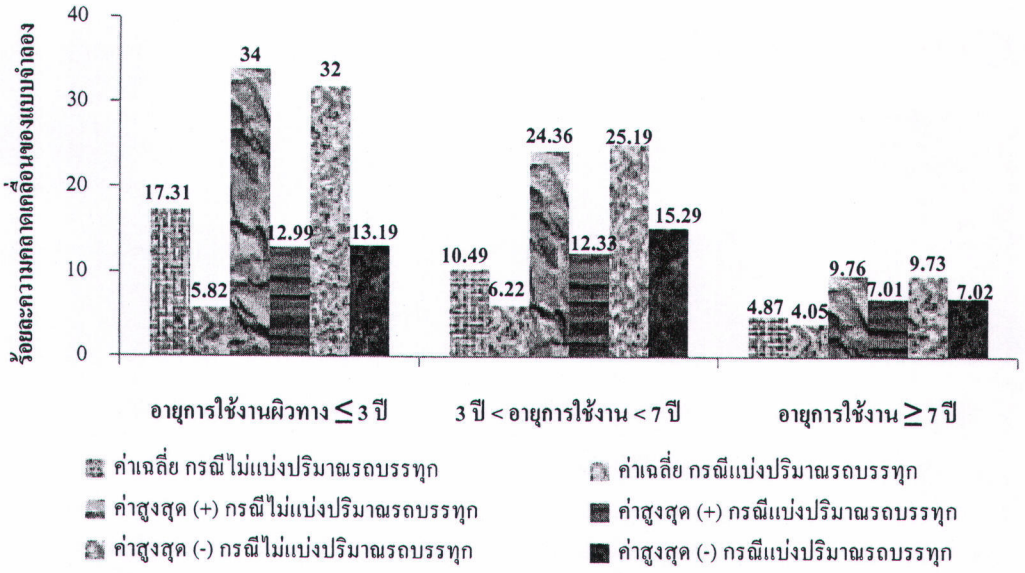
จากตารางที่ 4.28 และ 4.29 พบว่าแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางและขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 10 ร้อยละความความคลาดเคลื่อนสูงสุดของแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทางที่ประเมินจากข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีและที่ประเมินจากปริมาณรถบรรทุกหนัก มีค่าน้อยกว่าร้อยละ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

แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางทุกแบบจำลองให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 17 สำหรับสายทางที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 7 ปีแบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทางให้ผลความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 5 และค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดน้อยกว่าร้อยละ 7

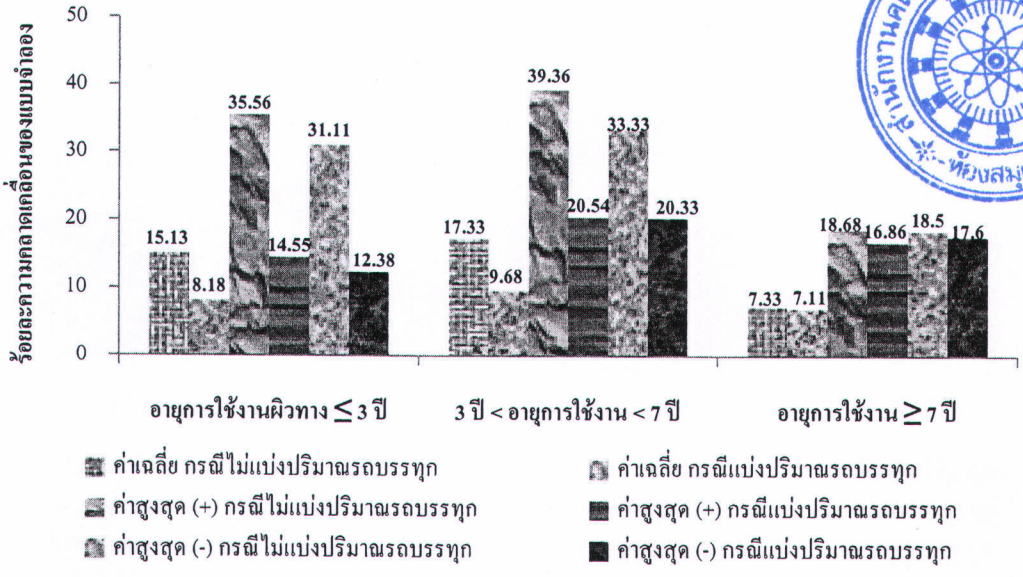
จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบดังตารางที่ 4.23 และตารางที่ 4.28 พบว่าหากพิจารณาแบ่งประเภทของแบบจำลองออกเป็น 2 กลุ่มโดยใช้ปริมาณรถบรรทุกหนักเป็นปัจจัยในการแบ่งประเภท ผลการทดสอบแบบจำลองกลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปีพบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ปริมาณงานกิจกรรมปะซ่อมผิวทางได้แม่นยำ และถูกต้องมากยิ่งขึ้น กลุ่มอายุการใช้งานน้อยกว่า 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

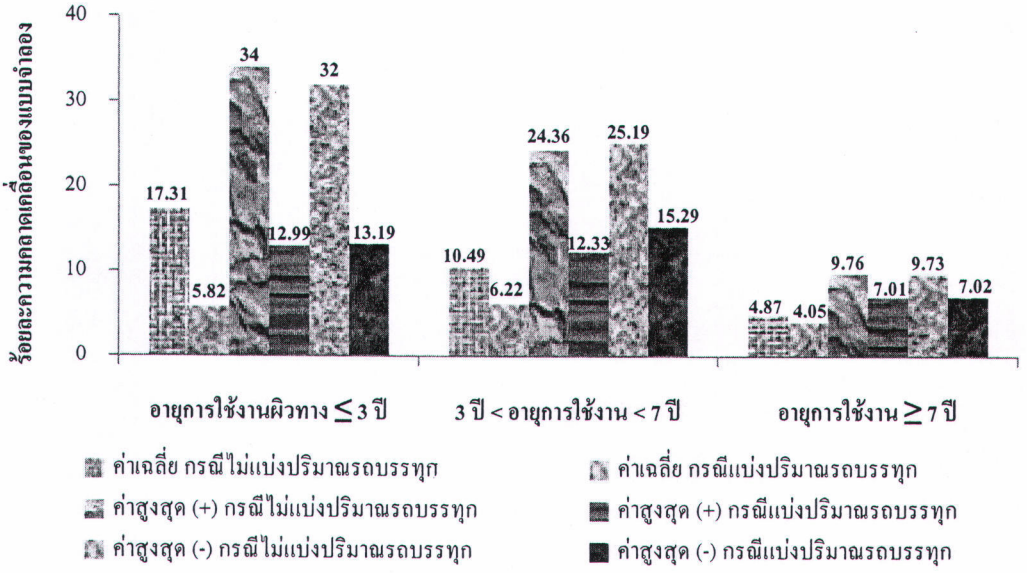


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

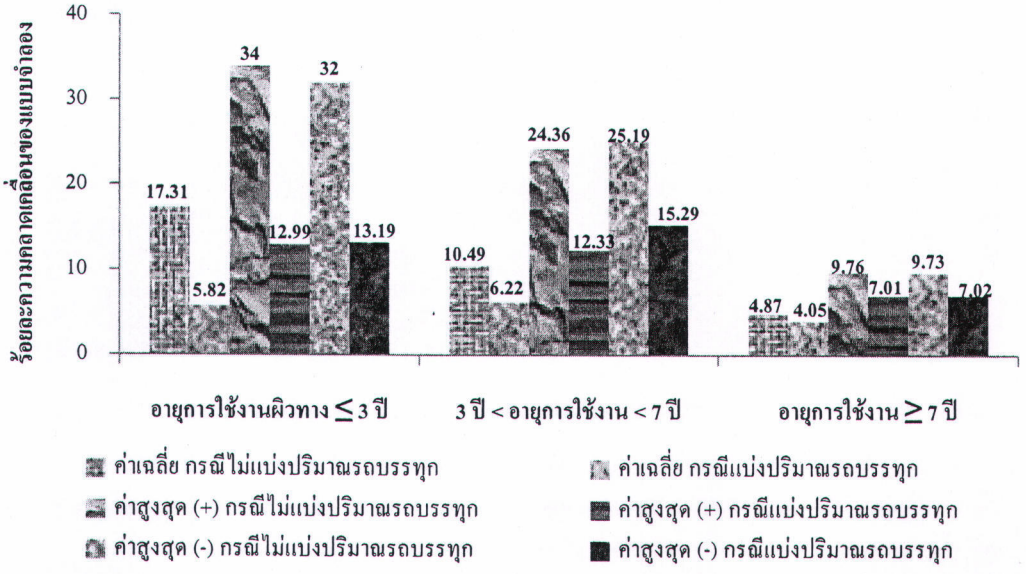
ภาพที่ 4.14 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ประเภทปริมาณรถบรรทุกหนัก

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 ≤ 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 ≥ 7	-1,501 + (184×Service life) + (135×HV) + (194×Structure)	0.792
	แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life ≤ 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 ≥ 7	-640 + (57×Service life) + (67×HV) + (72×Structure) + (128×Rainfall)	0.842
กลุ่มปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี	แบบจำลองประมาณปริมาณปะซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life ≤ 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 ≥ 7	-1,366 + (137×Service life) + (152×AADT) + (248×Structure)	0.808
	แบบจำลองประมาณปริมาณขุดซ่อมผิวทาง ($ม^2$)		
	Service life ≤ 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 ≥ 7	-575 + (60×Service life) + (51×AAADT) + (78×Structure) + (82×Rainfall)	0.847