สารบัญ

หน้า

1. บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือ 1
1.3 นิยามและขอบเขตของงานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) 2
1.4 ภาพรวมกระบวนการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 5
2. นิยามศัพท์ 7
2.1 ศัพท์การคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 7
2.2 อักษรย่อ 8
3. การทบทวนแนวทางการคิดปริมาณงาน (Workload) ในอดีต 9
3.1 ระยะที่ 1 เอกสารทางวิชาการงานบำรุงรักษาทางหลวง คู่มือการคิดค่าปริมาณงาน และงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2538 (เอกสารแนวทางในการกำหนดค่าบำรุงปกติ กองบำรุง ปี พ.ศ. 2514) 9
3.1.1 หลักการของวิธีค่า K 9
3.1.2 ข้อจำกัดของการคิดค่าปริมาณงานและงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2538 11
3.2 ระยะที่ 2 โครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) 11
3.2.1 ระเบียบวิธีของงานศึกษา 11
3.2.2 แนวคิดโอกาสเกิดความเสียหาย 12
3.2.3 แนวคิดถนนอ้างอิง 12
3.2.4 ข้อจำกัดของงานศึกษา 13
3.3 ระยะที่ 3 แนวทางการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติสำหรับปีงบประมาณ 2569 13
3.3.1 ข้อจำกัดของแนวทางการจัดสรรงบประมาณสำหรับปีงบประมาณ 2569 14
4. สูตรและลำดับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 15
4.1 สมการการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 15
4.2 ปริมาณทรัพย์สิน (Quantity: Q) 18
4.3 อัตราการบำรุง (Maintenance Factor: MF) 22
4.3.1 แหล่งที่มาของค่าอัตราการบำรุง 22
4.3.2 การเลือกใช้ค่าอัตราการบำรุง 29
4.4 ราคาต่อหน่วย (Unit Cost: U) และค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U') 32
4.4.1 ราคาต่อหน่วย (Unit Cost: U) 32
4.4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U') 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ปัจจัยปริมาณจราจร 39
4.5.1 สมการการเสื่อมสภาพผิวทาง 40
4.5.2 การประมาณค่าสมการจากข้อมูลจริง 41
4.5.3 การแปลงเป็นปัจจัย 43
4.6 ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก 44
4.6.1 ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้ 45
4.6.2 รายการที่ถูกคูณด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก 46
4.7 ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง 46
4.7.1 เกณฑ์การจำแนกระดับความหนาแน่นของประชากร 46
4.7.2 ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้ 49
4.8 ค่าปริมาณงาน (Workload: K) 50
4.8.1 แนวคิด 50
4.8.2 สายทางอ้างอิง 52
5. แหล่งข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูล 55
5.1 ระบบต้นทางของข้อมูลสายทางและข้อมูลทรัพย์สิน 55
6. ตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณปริมาณงาน (Workload) 56
6.1 ตัวอย่างการอ่านสมการอย่างง่าย 56
6.2 ค่าคงที่และค่าตัวแปรที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 57
7. การทบทวนประจำปี ข้อจำกัด และแนวทางพัฒนา 63
7.1 รายการที่ต้องทบทวนประจำปี 63
7.2 ประเด็นที่ควรพัฒนาต่อ 63
7.2.1 การพัฒนาด้านข้อมูล 63
7.2.2 การพัฒนาด้านตัวแปรและสมการ 64
7.2.3 การพัฒนาด้านกระบวนการ 64

ภาคผนวก ก เอกสารอ้างอิง
ภาคผนวก ข สรุปประเด็นจากการรับฟังความเห็นของผู้ปฏิบัติงาน
ภาคผนวก ค ตารางค่าปัจจัยปริมาณจราจรสำเร็จรูป

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การจำแนกงานบำรุงรักษาทางหลวงตามลักษณะงาน 2
ตารางที่ 2 กลุ่มรหัสงานหลักของงานบำรุงปกติ 3
ตารางที่ 3 นิยามศัพท์และการกำหนดสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเพื่อการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 7
ตารางที่ 4 อักษรย่อที่ใช้ในคู่มือ 8
ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบแนวทางการคิดปริมาณงานทุกระยะ 14
ตารางที่ 6 รายการทรัพย์สินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 19
ตารางที่ 7 โครงสร้างการถ่วงน้ำหนักระยะติดค้ำประกัน 20
ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบสองวิธีในการกำหนดปริมาณงานตัดหญ้า 21
ตารางที่ 9 ตัวอย่างความหมายของค่าอัตราการบำรุงในช่วงต่าง ๆ 22
ตารางที่ 10 ค่าโอกาสเกิดความเสียหายตามงานศึกษา พ.ศ. 2554 ที่เกี่ยวข้องกับรายการในการคำนวณปริมาณงาน 23
ตารางที่ 11 แสดงข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูล MF ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 24
ตารางที่ 12 ผลการทดสอบการคำนวณ MF จากฐานข้อมูลงานบำรุงปกติ 25
ตารางที่ 13 สาเหตุของความคลาดเคลื่อนและวิธีแก้ไข 25
ตารางที่ 14 ตัวอย่างอายุการใช้งานสินทรัพย์ถาวรตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง และค่า MF ที่แปลงได้ 26
ตารางที่ 15 การแปลงรอบการบำรุงเป็นค่า MF 27
ตารางที่ 16 เปรียบเทียบแหล่งที่มาของค่า MF 29
ตารางที่ 17 โครงสร้างการแยกงานผิวทางเป็นวิธีซ่อมย่อย 30
ตารางที่ 18 ค่าอัตราการบำรุง (MF) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน 31
ตารางที่ 19 ราคาต่อหน่วยตามงานศึกษา พ.ศ. 2554 ที่เกี่ยวข้องกับรายการในการคำนวณปริมาณงาน 33
ตารางที่ 20 ค่าราคาต่อหน่วย (U) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน 36
ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U') ของแต่ละรายการทรัพย์สิน 38
ตารางที่ 22 ชุดข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่าสมการ 41
ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบรูปแบบสมการที่ทดสอบ 41
ตารางที่ 24 การกำหนดกลุ่มพื้นที่ฝนตกชุกตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง ตามประกาศ กค 0421.5/ว195 ลงวันที่ 16 พฤษภาคม 2559 44
ตารางที่ 25 การแปลงสมมติฐานจำนวนวันทำงานเป็นค่าตัวคูณ 45

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 26 รายการที่ควรถูกคูณด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุกและเหตุผลเชิงกลไก 46
ตารางที่ 27 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มความหนาแน่นและจำนวนหน่วยงาน 47
ตารางที่ 28 การกำหนดกลุ่มพื้นที่เขตเมืองตามความหนาแน่นประชากร 47
ตารางที่ 29 ผลวิเคราะห์ดัชนีต้นทุนจริงเทียบกลุ่มความหนาแน่น 1 50
ตารางที่ 30 ค่าตัวคูณของปัจจัยพื้นที่เขตเมือง 50
ตารางที่ 31 การคำนวณดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง 1 กิโลเมตร 54
ตารางที่ 32 ตัวอย่างสมมติการคำนวณดัชนีการบำรุงของรายการท่อระบายน้ำ 57
ตารางที่ 33 ค่าคงที่ของการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณ 57
ตารางที่ 34 ค่าอัตราการบำรุง และราคาต่อหน่วยที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 57
ตารางที่ 35 ข้อมูลนำเข้าของตอนควบคุมตัวอย่าง 58
ตารางที่ 36 การคำนวณพื้นที่งานตัดหญ้าหนึ่งรอบของตอนควบคุม A 59
ตารางที่ 37 ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง ของตอนควบคุม A ในพื้นที่ของหมวดทางหลวง ก. ที่อยู่ในแขวงทางหลวง ง 60
ตารางที่ 38 การคำนวณค่า R และค่า K ของตอนควบคุม A ในพื้นที่ของหมวดทางหลวง ก. ที่อยู่ในแขวงทางหลวง ง 61
ตารางที่ 39 ตัวอย่างการคำนวณค่า K รวมเป็นระดับหมวดทางหลวง 62
ตารางที่ 40 ตัวอย่างการคำนวณค่า K รวมเป็นระดับแขวงทางหลวง 62
ตารางที่ 41 รายการที่ต้องทบทวนประจำปีและเกณฑ์การทบทวน 63

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ลักษณะงานบำรุงปกติที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินในเขตทาง 3
รูปที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 6
รูปที่ 3 กระบวนการและวิธีการวิจัยของโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ พ.ศ. 2554 .. 12
รูปที่ 4 ระดับการคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) 17
รูปที่ 5 องค์ประกอบของพื้นที่งานตัดหญ้า 1 รอบ แสดงบนหน้าตัดถนนโดยสังเขป 21
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI จากแบบจำลอง และค่า IRI จริง 42
รูปที่ 7 ปัจจัยปริมาณจราจรเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องของปริมาณจราจร 43
รูปที่ 8 การกำหนดพื้นที่ฝนตกชุกตามประกาศของกรมบัญชีกลาง 45
รูปที่ 9 การแบ่งช่วงระดับความหนาแน่นประชากรเชิงหน้าที่ 49
รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงอัตราการใช้งบประมาณเทียบกับความหนาแน่นประชากร 49
รูปที่ 11 ลักษณะองค์ประกอบพื้นฐานของสายทางอ้างอิง 54
รูปที่ 12 การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) 55

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) เป็นภารกิจพื้นฐานที่แขวงทางหลวงทั่วประเทศต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดปีงบประมาณ เพื่อรักษาสภาพการใช้งานของสายทางและทรัพย์สินในเขตทางให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยและใช้การได้ตามปกติ อย่างไรก็ตาม การจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติในอดีตมีข้อจำกัดในด้านตัวแปรและพารามิเตอร์ ทำให้ยากต่อการอธิบายว่าเหตุใดแต่ละแขวงทางหลวงจึงได้รับงบประมาณในสัดส่วนที่แตกต่างกัน และไม่สะท้อนปริมาณทรัพย์สินที่แต่ละแขวงทางหลวงต้องดูแลจริง

กรมทางหลวงจึงได้พัฒนาแนวคิดปริมาณงาน (Workload) ขึ้นเป็นเครื่องมือกลางในการวัดปริมาณงานบำรุงปกติของแต่ละแขวงทางหลวงในหน่วยเดียวกันทั้งประเทศ โดยแปลงปริมาณทรัพย์สินทุกประเภทให้เป็น “หน่วยปริมาณงาน” ด้วยชุดตัวแปรที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน แล้วนำผลลัพธ์ไปใช้ในการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติ คู่มือฉบับนี้อธิบายหลักการ ที่มาของค่าตัวแปร และลำดับการคำนวณของแนวคิดดังกล่าว ซึ่งประมวลผลกับข้อมูลทรัพย์สินรายสายทางและรายตอนควบคุมจริงของกรมทางหลวง

1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือ

คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางกลางของกรมทางหลวงในการคำนวณปริมาณงานบำรุงปกติ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1) เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ สูตร และลำดับขั้นตอนการคำนวณปริมาณงานบำรุงปกติของแขวงทางหลวงทั่วประเทศ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน
2) เพื่ออธิบายนิยามศัพท์ ความหมายของตัวแปร และที่มาของค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณให้ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับ รวมถึงผู้เริ่มต้นปฏิบัติงาน เข้าใจตรงกันและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้
3) เพื่อรวบรวมแนวทางการคิดปริมาณงาน (Workload) ที่กรมทางหลวงเคยใช้ตลอดจนข้อจำกัดและบทเรียนที่นำมาสู่แนวทางปัจจุบัน
4) เพื่อให้ผลการคำนวณปริมาณงาน (Workload) ใช้เป็นฐานในการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติได้อย่างโปร่งใส เป็นธรรม และสะท้อนปริมาณทรัพย์สินที่แต่ละแขวงทางหลวงต้องดูแลจริง

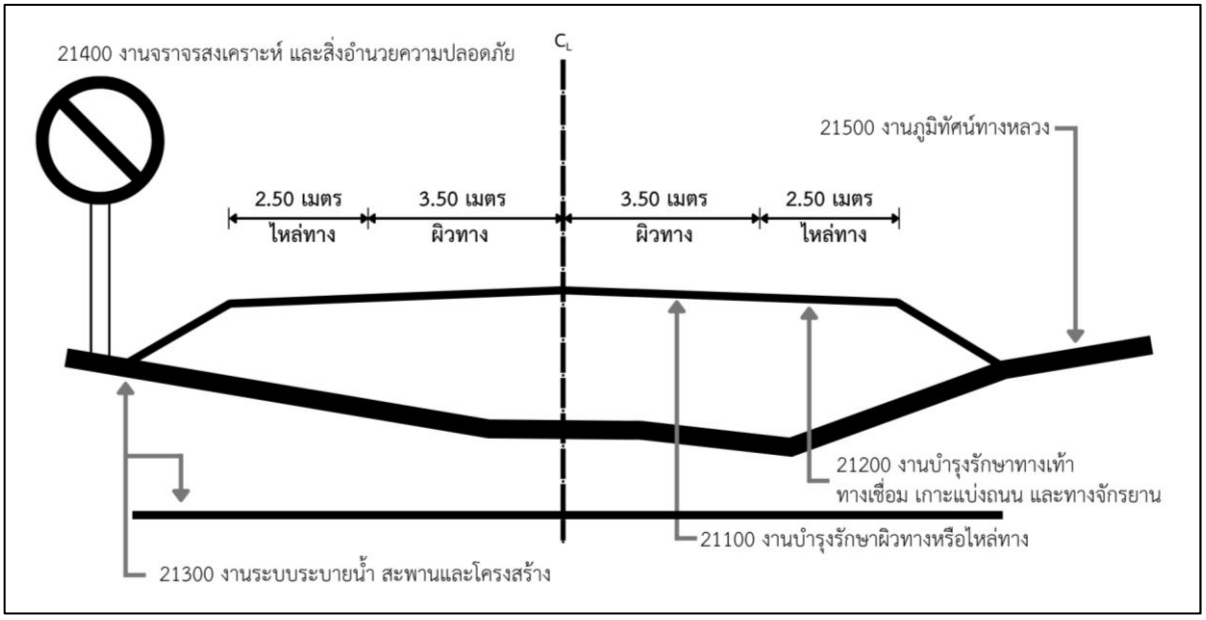
1.3 นิยามและขอบเขตของงานบำรุงปกติ (Routine Maintenance)

งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) หมายถึง งานกำกับดูแลและซ่อมแซมบำรุงรักษา ทำความสะอาด เสริมแต่งทางหลวง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องทำเป็นประจำ โดยมีปริมาณงานไม่มากนัก ทั้งนี้ให้รวมถึงการแก้ไข และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม เพื่อให้ทางหลวงอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี สามารถอำนวยความสะดวกและปลอดภัยในทุกฤดูกาลแก่ผู้ใช้ทาง งานบำรุงปกติจึงเป็นงานปริมาณงานน้อยแต่ทำเป็นประจำ ต่างจากงานบำรุงตามกำหนดเวลา งานบูรณะ และงานปรับปรุง ซึ่งเป็นงานปริมาณมากและมีงบประมาณคนละส่วน โดยสามารถจำแนกงานบำรุงรักษาทางหลวงตามลักษณะงานได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกงานบำรุงรักษาทางหลวงตามลักษณะงาน

ประเภทงาน	ความถี่	ปริมาณงานต่อครั้ง	ตัวอย่างกิจกรรม
งานบำรุงปกติ	ตลอดปี / หลายครั้งต่อปี	น้อย	- ปะซ่อมผิวทาง - อุดรอยแตก - ตัดหญ้า - ลอกท่อ - เปลี่ยนหลอดไฟ - ซ่อมป้าย
งานบำรุงตามกำหนดเวลา	ทุก 3–7 ปี	ปานกลางถึงมาก	- งานฉาบผิว - งานเสริมผิวแอสฟัลต์
งานบำรุงพิเศษและบูรณะ	ทุก 10–15 ปี	มาก	- งานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ - งานบูรณะทางผิวคอนกรีต
งานปรับปรุง	ตามความจำเป็น	มาก	- ขยายช่องจราจร - ก่อสร้างที่จอดรถประจำทางและที่พักผู้โดยสาร - ปรับปรุงทางหลวงเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตขั้นพื้นฐาน

ขอบเขตของงานบำรุงปกติ เป็นงานที่ต้องกำกับดูแลทรัพย์สินทุกประเภทในพื้นที่เขตทางของกรมทางหลวง แสดงดังรูปที่ 1 ทั้งการดูแลรักษาผิวทางและกิจกรรมการบำรุงรักษาทรัพย์สินประเภทอื่น ๆ ในเขตทางด้วย เช่น การซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง การซ่อมแซมศาลาทางหลวง การตัดแต่งหญ้าข้างทาง และการทำความสะอาด เป็นต้น



รูปที่ 1 ลักษณะงานบำรุงปกติที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินในเขตทาง

ในระบบบริหารงานบำรุงปกติ กิจกรรมงานบำรุงปกติทั้งหมดถูกจำแนกด้วย รหัสงาน ซึ่งจัดกลุ่มได้เป็น 6 กลุ่มงานหลัก ดังตารางที่ 2 รหัสงานเป็นกุญแจสำคัญที่เชื่อมข้อมูลปริมาณงานที่ทำได้จริงและงบประมาณที่เบิกจ่ายจริงเข้ากับประเภทของทรัพย์สิน จึงเป็นฐานสำคัญของการกำหนดค่าอัตราการบำรุง และค่าราคาต่อหน่วย

ตารางที่ 2 กลุ่มรหัสงานหลักของงานบำรุงปกติ

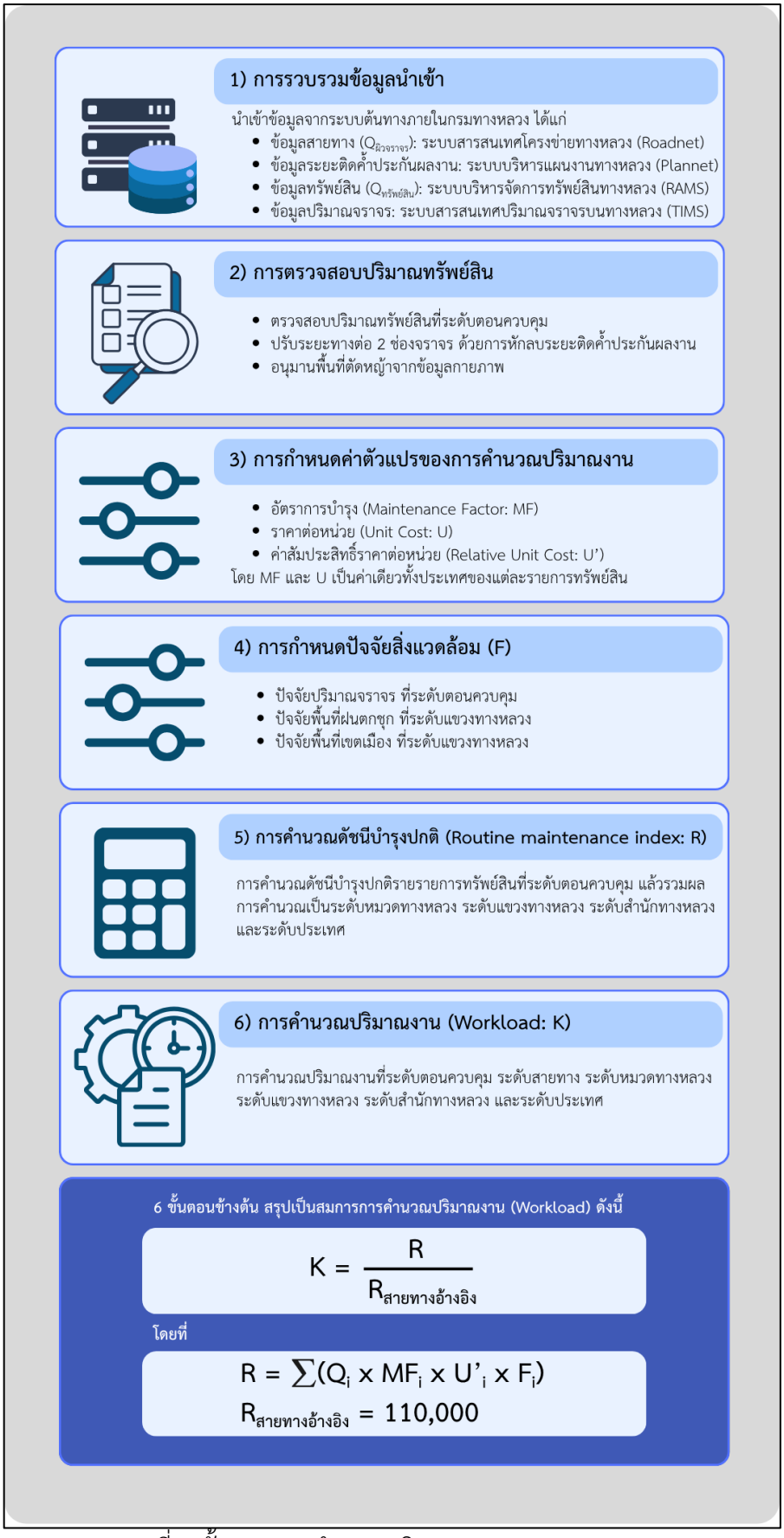
รหัสงาน	กลุ่มกิจกรรม	ลักษณะงาน
21100	งานบำรุงรักษาผิวทางหรือไหล่ทาง	- การบำรุงผิวจราจรแอสฟัลต์ - ผิวจราจรคอนกรีต ผิวทางลูกรัง
21200	งานบำรุงรักษาทางเท้า ทางเชื่อม เกาะแบ่งถนน และทางจักรยาน	- การซ่อมทางเท้า - ทางเชื่อม - เกาะกลางถนน - ทางจักรยาน
21300	งานระบบระบายน้ำ สะพานและโครงสร้าง	- การบำรุงทำความสะอาดท่อระบายน้ำ - รางระบายน้ำ - บ่อพัก - สะพาน - อุโมงค์ - ทางลอด

ตารางที่ 2 กลุ่มรหัสงานหลักของงานบำรุงปกติ (ต่อ)

รหัสงาน	กลุ่มกิจกรรม	ลักษณะงาน
21400	งานจราจรสงเคราะห์ และสิ่งอำนวยความปลอดภัย	- ป้ายจราจร - เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง - ราวกันอันตราย - เครื่องหมายนำทาง - ไฟฟ้าแสงสว่าง - สัญญาณไฟจราจร
21500	งานภูมิทัศน์ทางหลวง	- การบำรุงพื้นที่ข้างทาง - งานตัดหญ้า ต้นไม้ - ศาลาทางหลวง - จุดพักรถ
21600	งานสนับสนุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพงาน บำรุงรักษาทางหลวง	- กิจกรรมศึกษาและพัฒนาประสิทธิภาพโครงข่ายทางหลวง - กิจกรรมอำนวยความสะดวกและความปลอดภัยแก่ประชาชน

1.4 ภาพรวมกระบวนการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

กระบวนการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) เป็นการนำข้อมูลจากระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้องภายในกรมทางหลวงมาประมวลผลอย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินปริมาณงานบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับสภาพทรัพย์สินและปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การรวบรวมข้อมูลนำเข้าจากระบบสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง (2) การตรวจสอบปริมาณทรัพย์สิน (3) การกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่ อัตราการบำรุงรักษา ราคาต่อหน่วย และค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (4) การกำหนดปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อปริมาณงาน (5) การคำนวณดัชนีบำรุงปกติ และ (6) การคำนวณปริมาณงานบำรุงรักษารายรายการ พร้อมสรุปผลในระดับหมวดทางหลวง แขวงทางหลวง สำนักงานทางหลวง และระดับประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณงานที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

2. นิยามศัพท์

2.1 ศัพท์การคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

ศัพท์นี้เป็นส่วนสำคัญของคู่มือที่เป็นการกำหนดนิยามเชิงสัญลักษณ์ และตัวอักษรย่อสำหรับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 นิยามศัพท์และการกำหนดสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของตัวแปรเพื่อการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

คำศัพท์	สัญลักษณ์	นิยาม	หน่วย
ปริมาณงาน (Workload)	K	ค่าที่ใช้เปรียบเทียบปริมาณงานบำรุงปกติในการดูแลรักษาทรัพย์สินระหว่างหน่วยงาน	หน่วย
ดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index)	R	ค่าการดำเนินงานบำรุงปกติของสายทาง	หน่วย
ดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง	$R_{สายทางอ้างอิง}$	ค่าการดำเนินงานบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง กำหนดจากองค์ประกอบพื้นฐานทางถนน	หน่วย
ปริมาณทรัพย์สิน (Quantity)	Q_i	จำนวนหรือขนาดของทรัพย์สินแต่ละประเภท นับตามหน่วยที่กำหนดของรายการนั้น ๆ	หน่วยนับตามรายการ
อัตราการบำรุง (Maintenance Factor)	MF_i	จำนวนครั้งโดยเฉลี่ยที่ทรัพย์สินแต่ละประเภทได้รับการบำรุงรักษาใน 1 ปี ซึ่งอาจมีค่ามากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับ 1 ได้	-
ราคาต่อหน่วย (Unit Cost)	U_i	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทรัพย์สินแต่ละประเภทต่อหนึ่งหน่วยนับ	บาท/หน่วยนับ
ราคาต่อหน่วยต่ำสุด	U_min	ราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดของรายการทรัพย์สินที่นำมาคำนวณทั้งหมด	บาท/หน่วยนับ
ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost)	U'_i	สัดส่วนราคาต่อหน่วยของงานบำรุงรักษาแต่ละประเภท เทียบกับราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดของรายการทรัพย์สินที่นำมาคำนวณทั้งหมด โดยกำหนดให้รายการที่มีราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1 และรายการอื่นมีค่าสัมประสิทธิ์ตามจำนวนเท่าของราคาต่อหน่วยขั้นต่ำ	-
ปัจจัยปริมาณจราจร	$F_{ปริมาณจราจร}$	ตัวแปรที่สะท้อนว่าสายทางที่มีปริมาณจราจรสูงเสื่อมสภาพเร็วกว่าจึงมีภาระบำรุงผิวทางมากกว่าที่ระยะทางเท่ากัน	-
ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก	$F_{พื้นที่ฝนตกชุก}$	ตัวแปรที่สะท้อนสภาพพื้นที่ฝนตกชุกทำให้ปริมาณงานบำรุงรักษาสูงกว่าปกติ	-
ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง	$F_{พื้นที่เขตเมือง}$	ตัวแปรที่สะท้อนสภาพพื้นที่เขตเมืองทำให้ปริมาณงานบำรุงรักษาสูงกว่าปกติ	-
ผลรวมปริมาณงาน (Sigma)	Σ	ผลรวมปริมาณงาน (Workload: K) ของทุกรายการทรัพย์สิน	-

2.2 อักษรย่อ

ตารางที่ 4 อักษรย่อที่ใช้ในคู่มือ

อักษรย่อ	คำเต็ม	ความหมาย
AADT	Annual Average Daily Traffic	ปริมาณการเดินทางเฉลี่ยต่อวันตลอดปี
IRI	International Roughness Index	ดัชนีความขรุขระผิวทางสากล
dIRI	Change in IRI per year	อัตราการเพิ่มขึ้นของความขรุขระต่อปี
HDM-4	Highway Development and Management Model, version 4	แบบจำลองการพัฒนาและบริหารทางหลวง
Kgp	-	ค่าคงที่ในการสอบเทียบกับข้อมูล IRI จริงของกรมทางหลวง
ΔRIs	-	การเสื่อมสภาพเชิงโครงสร้าง แปรผันตรงกับปริมาณเพลามาตรฐานสะสม ซึ่งเป็นฟังก์ชันโดยตรงของปริมาณจราจร
ΔRIc	-	การเสื่อมสภาพจากรอยแตก ขึ้นกับปริมาณจราจรบางส่วนและอายุผิวทาง
ΔRIr	-	การเสื่อมสภาพจากร่องล้อขึ้นกับปริมาณจราจรและน้ำหนักบรรทุก
ΔRIt	-	การเสื่อมสภาพจากหลุมบ่อและการซ่อมเฉพาะจุดขึ้นกับปริมาณจราจรและสภาพเดิม
Kgm	-	การเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม

3. การทบทวนแนวทางการคิดปริมาณงาน (Workload) ในอดีต

การทบทวนแนวทางการคำนวณปริมาณงาน (Workload) ที่กรมทางหลวงเคยใช้ในแต่ละระยะ เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจที่มาของการแยกตัวแปรในสมการปัจจุบัน ได้แก่ Q, MF, U′ และ F ตลอดจนข้อจำกัดของแนวทางเดิมที่นำมาสู่การเปลี่ยนแปลง

การจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) ของกรมทางหลวง มีการพัฒนาเชิงแนวคิดและระเบียบวิธีวิจัยอย่างต่อเนื่อง เพื่อมุ่งเน้นความโปร่งใส ประสิทธิภาพสูงสุด และความสอดคล้องกับกายภาพจริงของโครงข่ายถนนทั่วประเทศ การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีสามารถจำแนกออกเป็น 3 ระยะสำคัญ ดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 เอกสารทางวิชาการงานบำรุงรักษาทางหลวง คู่มือการคิดค่าปริมาณงานและงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2538 (เอกสารแนวทางในการกำหนดค่าบำรุงปกติ กองบำรุง ปี พ.ศ. 2514)

3.1.1 หลักการของวิธีค่า K

คู่มือการคิดค่าปริมาณงานและงานบำรุงปกติที่กรมทางหลวงจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2538 กำหนดให้คิดค่าปริมาณงานของสายทางจากค่าแฟกเตอร์รวมที่เรียกว่า ค่า K สายทาง คูณด้วยระยะทาง แนวคิดของวิธีนี้คือถนนสองสายที่มีความยาวเท่ากันย่อมมีปริมาณงานไม่เท่ากัน หากลักษณะกายภาพต่างกัน จึงต้องมีตัวคูณปรับที่รวบรวมลักษณะกายภาพทั้งหมดไว้ในค่าเดียว

ค่าปริมาณงานของสายทาง = ค่า K สายทาง × ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร **(1)**

รูปแบบแนวคิดสมการเชิงเส้นหลายตัวแปร โดยใช้ตัวแปรต่าง ๆ ที่จำแนกตามลักษณะงาน คือ (1) งานผิวทาง (2) งานไหล่ทาง (3) งานระบายน้ำ (4) งานเขตทาง (5) งานจราจรสงเคราะห์ และ (6) งานสะพาน เพื่อคำนวณหาค่า K สายทาง แยกตามประเภทผิวทางหลัก 3 ประเภท ดังนี้

- **ผิวทางลาดยาง (Asphalt Pavement : K_a)**

$$K_a = 1 + 0.5\sum_{i=1}^{6} X_i + 0.5\sum_{j=1}^{6} Y_j \quad (2)$$

- **ผิวทางลูกรัง (Unpaved Road : K_s)**

$$K_s = 1 + 0.7 \sum_{i=1}^{3} A_i + 0.3 \sum_{j=1}^{4} B_j \quad \textbf{(3)}$$

- **ผิวทางคอนกรีต (Concrete Pavement : K_c)**

$$K_c = 1 + 0.5 \sum_{i=1}^{4} Z_i + 0.5 \sum_{j=1}^{6} Y_j \quad \textbf{(4)}$$

โดยที่

X_1–X_6 เป็นตัวแปรของผิวทาง (ประเภทผิวทาง/พื้นทาง ลักษณะดินเดิม ปริมาณจราจร อายุบริการ ความกว้างผิวทาง และลักษณะภูมิประเทศ)

Y_1–Y_6 เป็นตัวแปรของทรัพย์สินข้างทาง (ความกว้างเขตทาง ไหล่ทางและเกาะแบ่งถนน งานจราจรสงเคราะห์ งานท่อระบายน้ำ งานสะพาน และการทำความสะอาดทางระบายน้ำ)

Z_1–Z_4 เป็นตัวแปรของผิวทางสำหรับผิวทางคอนกรีต (ประเภทผิวทาง/พื้นทาง ลักษณะดินเดิม ปริมาณจราจร และความกว้างผิวทาง)

A_1–A_3 (ปริมาณการจราจร ลักษณะลมฟ้าอากาศ และความกว้างคันทาง)

B_1–B_4 (ความกว้างเขตทาง ปริมาณงานจราจรสงเคราะห์ ปริมาณงานระบายน้ำ และปริมาณงานสะพาน)

รวมถึงมีการพิจารณาองค์ประกอบของค่างานบำรุงปกติที่ใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสายทาง คือ ค่าอำนวยการ ค่าวัสดุ และค่าดำเนินงาน แต่ค่า K สายทางดังกล่าวทั้ง 3 ประเภท พิจารณาเพียงค่าวัสดุและค่าดำเนินงานที่เรียกว่า “อัตราค่าบำรุงทาง” เท่านั้น ยังไม่ได้มีการพิจารณาค่าอำนวยการร่วมด้วย โดยค่าบำรุงปกติของสายทางคำนวณจากสมการ

ค่าบำรุงปกติ = ค่าปริมาณงาน (Workload) × อัตราค่าบำรุงมาตรฐาน × ค่า K วัสดุ **(5)**

3.1.2 ข้อจำกัดของการคิดค่าปริมาณงานและงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2538

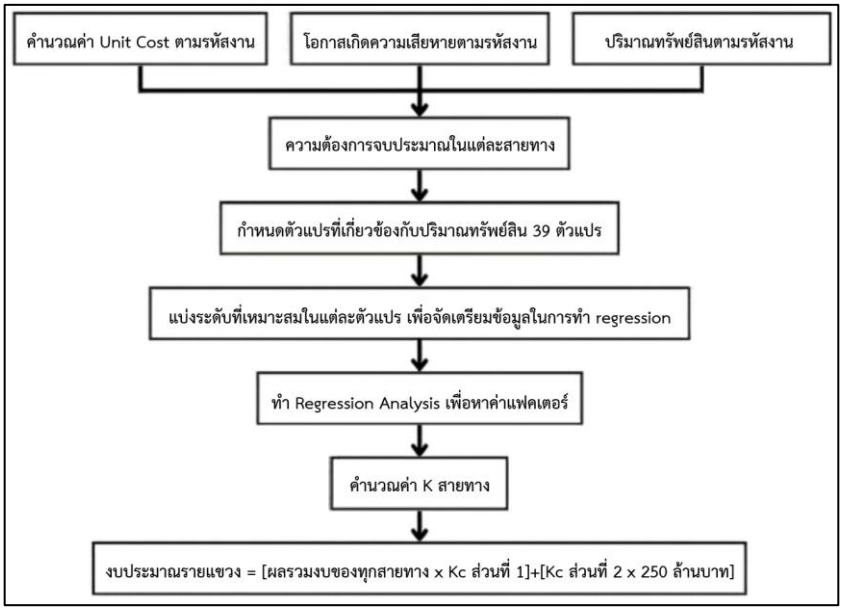
1. ค่าแฟกเตอร์ไม่ได้ปรับให้เป็นปัจจุบัน ตารางเทียบค่าแฟกเตอร์ไม่ได้ทบทวนอย่างเป็นระบบ ทำให้ช่วงของตัวแปรบางตัวไม่สอดคล้องกับสภาพโครงข่ายปัจจุบัน ตัวอย่างที่ชัดเจนคือแฟกเตอร์ปริมาณจราจรของผิวทางแอสฟัลต์ซึ่งช่วงบนสุดอยู่ที่ 5,701 คันต่อวันขึ้นไป ในขณะที่สายทางในเขตเมืองปัจจุบันมีปริมาณจราจรสูงสุดกว่า 200,000 คันต่อวัน ทำให้สายทางที่มีค่าปริมาณจราจรมากกว่าช่วงบนสุดได้แฟกเตอร์เท่ากันทั้งหมด
2. ค่าปริมาณงานที่ได้ต่ำกว่าความต้องการจริง เมื่อคูณกับอัตราค่าบำรุงมาตรฐานที่ไม่ได้ปรับตามระดับราคาปัจจุบัน ผลลัพธ์จึงต่ำกว่าความจำเป็น ความเสียหายที่ควรได้รับการซ่อมจึงสะสมเพิ่มขึ้นทุกปี
3. ไม่ครอบคลุมทรัพย์สินหลายรายการที่เกิดขึ้นใหม่ โครงข่ายปัจจุบันมีทรัพย์สินที่ไม่ปรากฏในสูตรค่า K เช่น สะพานกลับรถ ศาลาทางหลวง สะพานลอยคนเดินข้าม กำแพงกันเสียง แผงบังแสง และระบบไฟฟ้าแสงสว่างสมัยใหม่
4. ไม่ได้มีการพิจารณาอายุและอัตราการเสื่อมสภาพของทรัพย์สินตามจริง
5. อนุมานปริมาณงานจากภูมิประเทศ แทนการนับทรัพย์สินจริง ทำให้แขวงทางหลวงในที่ราบ ที่มีอุปกรณ์จำนวนมากได้แฟกเตอร์เป็นศูนย์

3.2 ระยะที่ 2 โครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)

3.2.1 ระเบียบวิธีของงานศึกษา

โครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติที่ดำเนินการโดยศูนย์วิจัยด้านการคมนาคม แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2554 เป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่วางรากฐานสำคัญสามเรื่องให้กับการคำนวณปริมาณงานปัจจุบัน

1) การเสนอแนวคิดโอกาสเกิดความเสียหาย (Damage Probability) ของทรัพย์สินและตัวแปรเชิงกายภาพจำนวน 39 ตัวแปร ซึ่งสื่อถึงปริมาณงานและงบประมาณที่ต้องใช้ในการซ่อมบำรุง
2) การกำหนดราคาต่อหน่วย (Unit Cost) ให้เป็นตัวแปรอิสระที่แยกจากความถี่การซ่อม พร้อมแยกองค์ประกอบต้นทุนออกเป็นค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าเช่าเครื่องจักร โดยมีวัตถุประสงค์ชัดเจนว่าเพื่อให้ปรับราคาตามภาวะเศรษฐกิจได้ในภายหลัง
3) การพัฒนาฐานข้อมูลทรัพย์สินเชิงพื้นที่ ที่รองรับมาตรฐานสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทำให้ทั้งสามองค์ประกอบของสูตรมีแหล่งข้อมูลมาตรฐานเดียวกันทั้งกรม



รูปที่ 3 กระบวนการและวิธีการวิจัยของโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ พ.ศ. 2554

3.2.2 แนวคิดโอกาสเกิดความเสียหาย

งานศึกษาปี พ.ศ. 2554 มีการนิยามโอกาสเกิดความเสียหายของทรัพย์สินแต่ละประเภทเป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณงานที่ต้องดำเนินการต่อปี กับปริมาณทรัพย์สินที่มีอยู่ โดยเก็บข้อมูลจากผู้บริหารหน่วยงานระดับแขวงทางหลวงครบทุกแห่ง แล้วตรวจทานกับข้อมูลการเบิกจ่ายจริง และผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญของกรม

ประเด็นที่สำคัญคือ ค่าโอกาสเกิดความเสียหาย "อาจมากกว่า 1 ได้ หมายถึงต้องมีการซ่อมบำรุงหลายครั้งต่อปี" และสำหรับงานตัดหญ้าและงานบำรุงรักษาต้นไม้ ค่าที่คำนวณได้ "มีความหมายเป็นจำนวนครั้งต่อปี" ข้อความทั้งสองแห่งนี้แสดงว่าค่าดังกล่าวมิใช่ความน่าจะเป็นตามนิยามทางสถิติ หากแต่เป็น อัตราการบำรุงต่อปี

3.2.3 แนวคิดถนนอ้างอิง

งานศึกษามีการเสนอแนวคิด ถนนอ้างอิง โดยกำหนดถนนที่มีทรัพย์สินน้อยที่สุดเป็นฐานเปรียบเทียบ แล้วคำนวณค่าใช้จ่ายของถนนอ้างอิงจากผลรวมของ ราคาต่อหน่วย คูณ โอกาสเกิดความเสียหาย คูณ ปริมาณ ของทุกรหัสงาน

3.2.4 ข้อจำกัดของงานศึกษา

1) **การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นค่า K ด้วยการวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis)** งานศึกษาแปลงปริมาณทรัพย์สินกลับเป็นค่า K ด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและตัวแปรหุ่นรวม 39 ตัวแปร ขั้นตอนนี้ทำให้ตรวจสอบผลลัพธ์ย้อนกลับได้ยาก และต้องทำการวิเคราะห์ถดถอยใหม่ทุกครั้งที่ข้อมูลเปลี่ยน
2) **ข้อจำกัดของฐานข้อมูลทรัพย์สิน** งานศึกษาระบุว่าระบบบริหารทรัพย์สินเดิมต้องเก็บข้อมูลจำนวนมากและละเอียดแยกย่อยมาก จนหน่วยปฏิบัติดำเนินการไม่ทันในแต่ละปีงบประมาณ ความไม่ครบถ้วนของข้อมูลจึงเป็นข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง
3) **ข้อจำกัดด้านงบประมาณที่ได้รับ** งานศึกษาใช้ข้อมูลเฉพาะการดำเนินงานจริงมาพิจารณา การใช้ข้อมูลนี้คำนวณความถี่จึงให้ค่าที่เป็นขั้นต่ำของความต้องการงบประมาณที่แท้จริง

3.3 ระยะที่ 3 แนวทางการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติสำหรับปีงบประมาณ 2569

กรมทางหลวงใช้แนวทางที่อิงภาระของโครงข่ายเป็นหลัก โดยนำข้อมูลพื้นฐานของแต่ละหน่วยงานมาประกอบการคำนวณ ได้แก่ ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ปริมาณจราจร ปริมาณรถบรรทุกหนัก จำนวนทรัพย์สินทางหลวง และปัจจัยเฉพาะพื้นที่ โครงสร้างของแนวทางนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

- **ค่าบำรุงงานผิวทาง** คิดจากระยะทางเป็นฐานหลัก คูณด้วยค่าอัตราการซ่อมบำรุง (บาทต่อกิโลเมตร) แล้วปรับด้วยแฟกเตอร์ ได้แก่ แฟกเตอร์เทียบระยะ 2 ช่องจราจรต่อระยะทางจริง แฟกเตอร์ปริมาณการเดินทางทุกประเภท แฟกเตอร์ปริมาณรถบรรทุกหนัก แฟกเตอร์พื้นที่ฝนตกชุก และแฟกเตอร์พื้นที่เขตเมืองที่ปฏิบัติงานได้ยาก
- **ค่าบำรุงทรัพย์สินทางหลวง** คิดจากจำนวนทรัพย์สินคูณราคาต่อหน่วย ครอบคลุมบัญชีทรัพย์สินทางหลวงประมาณ 23 ประเภท

แนวทางนี้ยังใช้หลักการปรับให้เป็นมาตรฐาน (Normalization) คือการแปลงข้อมูลที่มีหน่วยและขนาดไม่เท่ากันให้กลายเป็นคะแนนเปรียบเทียบในช่วงเดียวกันก่อนนำไปคิดเป็นแฟกเตอร์ เนื่องจากข้อมูลดิบของแต่ละหน่วยงานต่างกันมากจนนำมารวมกันโดยตรงไม่ได้

3.3.1 ข้อจำกัดของแนวทางการจัดสรรงบประมาณสำหรับปีงบประมาณ 2569

1) **การจัดสรรงบประมาณไม่ครอบคลุมการดำเนินงานบำรุงปกติของหน่วยงานในพื้นที่ภูมิภาค** เนื่องจากแนวทางการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติสำหรับปีงบประมาณ 2569 มีการนำทรัพย์สินเพียงบางส่วนมาใช้คำนวณเพื่อการจัดสรร

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบแนวทางการคิดปริมาณงานทุกระยะ

	ระยะที่ 1 (2538)	**ระยะที่ 2 (2554)**	**ระยะที่ 3 (2569)**	**กระบวนการพัฒนาการคำนวณปริมาณงานรูปแบบใหม่**
ฐานการคำนวณ	ลักษณะกายภาพของสายทาง	ปริมาณทรัพย์สิน	ระยะทาง และทรัพย์สินบางส่วน	ปริมาณทรัพย์สินทุกรายการ
หน่วยคำนวณ	สายทาง	สายทาง	แขวงทางหลวง	ตอนควบคุม
วิธีได้ความถี่การซ่อม	ไม่มี	แนวคิดโอกาสเกิดความเสียหายจากการสัมภาษณ์และข้อมูลการดำเนินงานจริง	ไม่มี	Maintenance Factor ตามแนวคิดโอกาสเกิดความเสียหาย
การแปลงเป็นปริมาณงาน	ค่า K × ระยะทาง	Regression Analysis	คำนวณเป็นงบประมาณ	$\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_i)}{R_{\text{สายทางอ้างอิง}}}$

4. สูตรและลำดับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

การคำนวนปริมาณงานบำรุงปกติของกรมทางหลวงที่ผ่านมามีการกำหนดสัดส่วนงบประมาณจากปัจจัยกายภาพรายสายทางโดยไม่ได้เชื่อมโยงกับปริมาณทรัพย์สินที่แต่ละหน่วยงานรับผิดชอบดูแลจริงอย่างเป็นระบบ ปัจจุบันจึงคำนวณปริมาณงานบำรุงปกติเป็นหน่วยการบำรุงโดยตรงจากปริมาณทรัพย์สินรายสายทาง อัตราการซ่อมบำรุง ราคาต่อหน่วย และปัจจัยสภาพแวดล้อม เพื่อใช้เป็นเกณฑ์การคำนวณปริมางานที่สะท้อนภาระงานจริงของแต่ละสายทางในความรับผิดชอบของหมวดทางหลวง

โดยกำหนดให้ปริมาณงาน (Workload: K) ของทรัพย์สินแต่ละรายการเป็นหน่วยที่สะท้อนปริมาณการบำรุงรักษาที่คาดหมายในแต่ละสายทาง กำหนดจากสัดส่วนค่าดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) คำนวณจากปริมาณทรัพย์สิน (Quantity: Q) คูณด้วยอัตราการซ่อมบำรุง (Maintenance Factor: MF) ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U') รวมถึงการกำหนดปริมาณงานเพิ่มเติมด้วยปัจจัยสภาพแวดล้อม (Factor: F) ได้แก่ ปัจจัยปริมาณจราจร ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง ตามสภาพแวดล้อมจริงของแต่ละพื้นที่ ต่อค่าปริมาณงานสายทางอ้างอิง ($R_{\text{สายทางอ้างอิง}}$)

รายการทรัพย์สินทั้งหมดถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มในการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ได้แก่

1. **ผิวจราจร** คำนวณจากระยะทางหลังหักระยะติดค้ำประกัน คูณด้วยปัจจัยปริมาณจราจร เนื่องจากปริมาณจราจรจะส่งผลโดยตรงให้เกิดภาระงานเพิ่มเติมในส่วนการบำรุงพื้นผิวจราจร
2. **ทรัพย์สิน** คำนวณจากปริมาณทรัพย์สินโดยตรง คูณด้วยปัจจัยสภาพแวดล้อมในทรัพย์สินบางรายการ ได้แก่ ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง

4.1 สมการการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

สมการการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ของทรัพย์สินทั้งหมดในตอนควบคุมหนึ่งมีรูปแบบ ดังสมการที่ 6

$$K = \frac{R}{R_{\text{สายทางอ้างอิง}}} \quad (6)$$

$$R = \sum_{i=1}^{n} (Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_i) \quad (7)$$

โดยที่

R คือ ดัชนีบำรุงปกติของสายทางของสายทางหนึ่ง ๆ

$R_{\text{สายทางอ้างอิง}}$ คือ ดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง มีค่าเท่ากับ 110,000

Q_i คือ ปริมาณทรัพย์สินของแต่ละรายการที่ระดับตอนควบคุม เป็นการใช้ข้อมูลจำนวนทรัพย์สิน โดย**ไม่**รวมรายการต่อไปนี้

1) ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ที่ต้องมีการหักลบระยะติดค้ำประกันโดยถ่วงน้ำหนักรายปีที่ติดค้ำประกัน
2) การอนุมานพื้นที่ตัดหญ้าจากข้อมูลกายภาพ หรือใช้ข้อมูลสำรวจบริเวณข้างทาง

MF_i คือ อัตราการบำรุงต่อรายการทรัพย์สิน เป็นการกำหนดจำนวนครั้งในการบำรุงต่อปี

U'_i คือ สัดส่วนราคาต่อหน่วยของงานบำรุงรักษาแต่ละรายการ เทียบกับราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดของรายการทรัพย์สินที่นำมาคำนวณทั้งหมด โดยกำหนดให้รายการที่มีราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1 และรายการอื่นมีค่าสัมประสิทธิ์ตามจำนวนเท่าของราคาต่อหน่วยขั้นต่ำ

F_i คือ ปัจจัยสภาพแวดล้อม ใช้เพื่อการสะท้อนสภาพพื้นที่ในบางลักษณะที่ส่งผลให้มีปริมาณงานเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ปัจจัยปริมาณจราจร ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง

หมายเหตุ: จากสมการดังกล่าวเป็นผลการคำนวณปริมาณงานจากผิวจราจรรวมถึงทุกรายการทรัพย์สิน 23 รายการ

- **ดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) ของหน่วยงาน** คือผลรวมของดัชนีบำรุงปกติของทรัพย์สินทุกรายการในทุกตอนควบคุมของหมวดทางหลวงใด ๆ ดังสมการ

$$R = R_{\text{ผิวจราจร}} + R_{\text{ระบายน้ำ+ไฟฟ้าแสงสว่าง+พื้นที่ตัดหญ้า+ทรัพย์สินอื่น ๆ}} \quad (8)$$

โดยที่

สมการกลุ่มผิวจราจร ได้แก่

$$R_{\text{ผิวจราจร}} = Q_{\text{ผิวจราจร}} \times MF_{\text{ผิวจราจร}} \times U'_{\text{ผิวจราจร}} \times F_{\text{ปริมาณจราจร}} \quad (9)$$

สมการกลุ่มทรัพย์สิน ได้แก่

$$R_{\text{ระบายน้ำ}} = \sum (Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_{\text{พื้นที่ฝนตกชุก}} \times F_{\text{พื้นที่เขตเมือง}}) \quad (10)$$

$$R_{\text{พื้นที่ตัดหญ้า}} = Q_{\text{พื้นที่ตัดหญ้า}} \times MF_{\text{พื้นที่ตัดหญ้า}} \times U'_{\text{พื้นที่ตัดหญ้า}} \times F_{\text{พื้นที่ฝนตกชุก}} \quad (11)$$

$$R_{\text{ไฟฟ้าแสงสว่าง}} = \sum (Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_{\text{พื้นที่เขตเมือง}}) \quad (12)$$

$$R_{\text{ทรัพย์สินอื่น ๆ}} = \sum (Q_i \times MF_i \times U'_i) \quad (13)$$

หมายเหตุ: ทรัพย์สินกลุ่มงานระบายน้ำ ได้แก่ ท่อระบายน้ำ และรางระบายน้ำ คูณด้วยปัจจัยสภาพแวดล้อมทั้งปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุกและปัจจัยพื้นที่เขตเมือง ส่วนทรัพย์สินกลุ่มไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ ไฟฟ้าแสงสว่างกิ่งเดี่ยว กิ่งคู่ และ Hi-Mast คูณด้วยปัจจัยพื้นที่เขตเมือง และงานตัดหญ้าคูณด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก ดังสมการข้างต้น และกำหนดให้ทรัพย์สินอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมีปัจจัยสิ่งแวดล้อม = 1.00

การคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) จากระดับตอนควบคุม แล้วคำนวณผลรวมเป็นระดับหมวดทางหลวง ระดับแขวงทางหลวง ระดับสำนักงานทางหลวง และระดับประเทศ ทำให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ว่าปริมาณทรัพย์สินของแขวงทางหลวงมาจากถนนสายทางใดบ้าง รวมถึงหน่วยงานสามารถตรวจทานข้อมูลทรัพย์สินของตนเองได้ในระดับที่ปฏิบัติงานจริง และรองรับการวิเคราะห์รายสายทางในอนาคตโดยไม่ต้องเปลี่ยนโครงสร้างของการคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระดับการคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R)

4.2 ปริมาณทรัพย์สิน (Quantity: Q)

ปริมาณทรัพย์สิน (Q) คือ จำนวนหรือขนาดของทรัพย์สินแต่ละประเภทที่อยู่ในตอนควบคุมนั้น ๆ นับตามหน่วยนับที่กำหนดของแต่ละรายการ โดยข้อมูลจากระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) ปรากฏข้อมูลทรัพย์สินทั้งหมดจำนวน 30 ประเภท ดังนี้

1. ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร
2. ทางเชื่อม
3. ทางเท้า
4. ทางจักรยาน
5. เกาะกลางถนน
6. ท่อระบายน้ำ
7. รางระบายน้ำ
8. สะพาน
9. อุโมงค์/ทางลอด
10. กำแพงกันดิน
11. กำแพงกันเสียง
12. เครื่องหมายนำทาง
13. เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง
14. แผงบังแสง
15. ป้ายจราจร
16. ราวกันอันตราย
17. สัญญาณไฟจราจร
18. เสาไฟฟ้า
19. จุดกลับรถต่างระดับ
20. หลักกิโลเมตร
21. สะพานลอย
22. ศาลาทางหลวง
23. บริเวณข้างทาง
24. ทางแยกระดับเดียวกัน
25. ทางแยกต่างระดับ
26. จุดตัดทางรถไฟ
27. จุดกลับรถระดับเดียวกัน
28. จุดแวะพักริมทาง
29. แปลงที่ดิน
30. อาคาร

เมื่อได้พิจารณาถึงขอบเขตงานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) และหน้าที่การบำรุงรักษาของกรมทางหลวง เห็นได้ว่ารายการทรัพย์สินที่ 24-30 ไม่ได้อยู่ในพื้นที่เขตทางของกรมทางหลวง ส่งผลให้รายการดังกล่าวไม่ถูกนำมาคำนวณปริมาณงานบำรุงปกติ จึงสามารถคัดกรองประเภททรัพย์สินได้จำนวน 23 ประเภท แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 รายการทรัพย์สินที่ใช้ในการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

กลุ่มข้อมูล	ลำดับที่	รายการ	หน่วย
ผิวจราจร	1	ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร	กม.
ทรัพย์สิน	1	งานตัดหญ้า	ตร.ม.
	2	ท่อระบายน้ำ	แห่ง
	3	รางระบายน้ำ	ม.
	4	ราวกันอันตราย	ม.
	5	เครื่องหมายนำทาง	อัน
	6	ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น
	7	ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งคู่	ต้น
	8	ไฟฟ้าแสงสว่าง Hi-mast	ต้น
	9	เกาะกลางถนน	ตร.ม.
	10	ทางเท้า	ตร.ม.
	11	ทางจักรยาน	กม.
	12	อุโมงค์/ทางลอด	แห่ง
	13	กำแพงกันดิน	ตร.ม.
	14	กำแพงกันเสียง	แผ่น
	15	แผงบังแสง	แห่ง
	16	สัญญาณไฟจราจร	แห่ง
	17	ป้ายจราจร	แห่ง
	18	สะพานลอยคนข้าม	แห่ง
	19	ทางเชื่อม	แห่ง
	20	เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	ตร.ม.
	21	ศาลาทางหลวง	แห่ง
	2	สะพาน	แห่ง

ในรายการทรัพย์สินทั้งหมด 23 ประเภทนี้มีการใช้ข้อมูลจำนวนทรัพย์สินโดยตรงจากระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) ยกเว้น ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร และพื้นที่ตัดหญ้า ดังนี้

- **ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร**

ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร หรือ ผิวจราจร คือระยะทางที่ปรับให้เทียบเท่าถนนขนาด 2 ช่องจราจร เพื่อให้ถนนที่มีจำนวนช่องจราจรที่มากกว่ามีปริมาณผิวทางมากกว่าตามสัดส่วนของพื้นที่ผิวจราจร

โดยผิวทางที่เพิ่งได้รับการซ่อมและยังอยู่ในระยะติดค้ำประกัน ผู้รับจ้างมีหน้าที่เป็นผู้รับผิดชอบการซ่อมแซมความชำรุดเสียหาย จึงไม่ควรได้รับการคิดปริมาณงานบำรุงปกติสำหรับผิวทางช่วงนั้น โดยมีการกำหนดสัดส่วนในการหักระยะติดค้ำประกันด้วยค่าถ่วง

น้ำหนักรายปีงบประมาณ กล่าวคือให้ตรวจสอบจากช่วงเวลาที่สิ้นสุดการติดค้ำประกันผลงานแล้วกำหนดเป็นค่าถ่วงน้ำหนัก ดังสมการ

$$Q_{\text{ผิวจราจร}} = \text{ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร} - (\text{ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรที่ติดค้ำประกัน} \times \text{ค่าถ่วงน้ำหนัก}) \quad (14)$$

ซึ่งการถ่วงน้ำหนักของระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรใช้สัดส่วนของปีจัดสรร โดยแบ่งงานที่ยังอยู่ในระยะติดค้ำประกันออกเป็นสองชั้น ดังตารางที่ 7 การหักระยะติดค้ำประกันมีผลเฉพาะกับรายการผิวจราจรเท่านั้น เพราะหน่วยงานยังต้องดูแลทรัพย์สินในเขตทางตามปกติแม้ผิวทางจะอยู่ในระยะติดค้ำประกัน

ตารางที่ 7 โครงสร้างการถ่วงน้ำหนักระยะติดค้ำประกัน

ชั้น	ความหมาย	ค่าถ่วงน้ำหนัก	รายละเอียด
ปีที่ 1	งานตามแผนของปีงบประมาณล่าสุด ซึ่งอยู่ในระยะติดค้ำประกันตลอดทั้งปีงบประมาณ	1.0	ผู้รับจ้างรับผิดชอบรายละเอียดการดำเนินงานทั้งหมด
ปีที่ 2	งานตามแผนของปีงบประมาณก่อนหน้า ซึ่งระยะติดค้ำประกันสิ้นสุดระหว่างปีงบประมาณ	ระหว่าง 0.0 – 1.0	ผู้รับจ้างรับผิดชอบบางช่วง
ปีก่อนหน้านั้น	งานที่ระยะติดค้ำประกันสิ้นสุดแล้ว	0.0	ไม่มีการหักระยะติดค้ำประกัน

ในเชิงปริมาณ ผลของการหักขึ้นอยู่กับปริมาณโครงการบำรุงรักษาทางหลวงที่หน่วยงานได้จ้างดำเนินการในระยะ 2 ปีที่ผ่านมา หน่วยงานที่มีการจ้างดำเนินการงานผิวทางมากในช่วงดังกล่าวจะถูกหักระยะติดค้ำประกันมาก ซึ่งเป็นผลที่ถูกต้องตามเจตนา เพราะปริมาณงานบำรุงปกติของผิวทางในช่วงที่เพิ่งซ่อมย่อมน้อยกว่าช่วงที่ผิวทางมีอายุมาก

- **การอนุมานปริมาณพื้นที่งานตัดหญ้าจากข้อมูลทางกายภาพ**

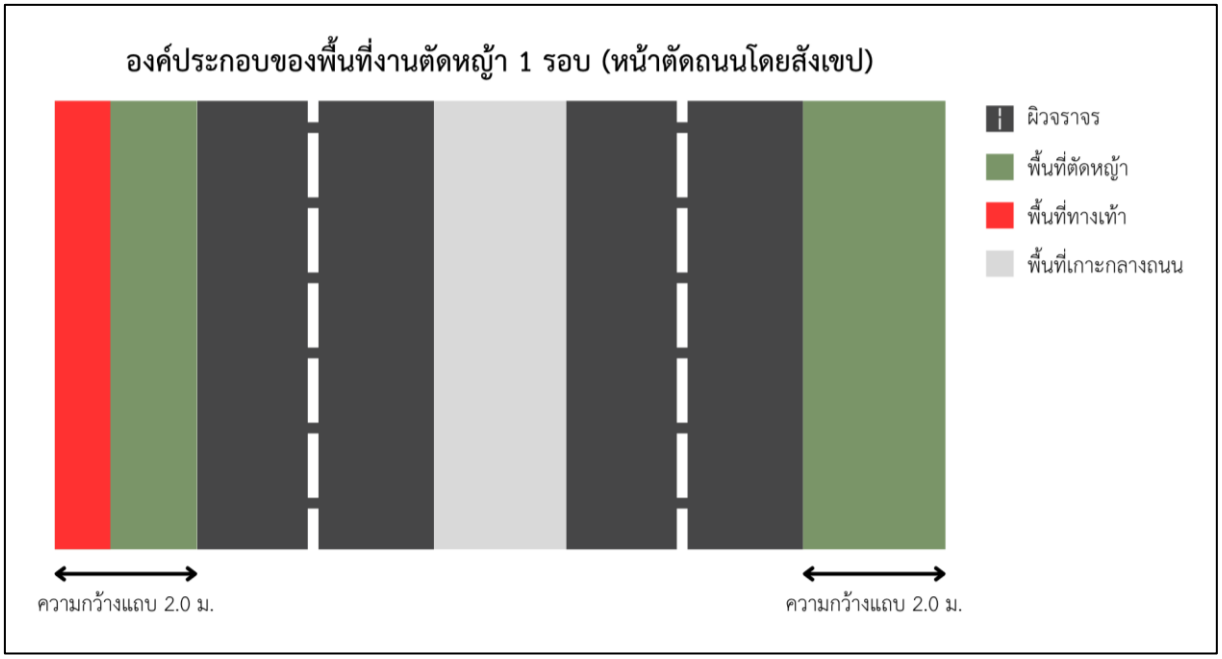
  พื้นที่ตัดหญ้าหนึ่งรอบ มีการอนุมานจากข้อมูลกายภาพของสายทางด้วยการกำหนดเขตทาง แถบข้างทางและหักพื้นที่ทางเท้า และพื้นที่เกาะกลางตามความเหมาะสม แล้วจึงกำหนดจำนวนรอบต่อปีเป็นค่า MF ตามหลักการ ดังสมการ

  พื้นที่ตัดหญ้า 1 รอบ = พื้นที่แถบข้างทาง - พื้นที่ทางเท้า **(15)**

โดยที่

พื้นที่แถบข้างทาง (ตร.ม.) = [ระยะทางจริง (กม.) – ความยาวสะพาน (กม.)] × 1,000 × จำนวนข้าง × ความกว้างแถบ (ม.)

พื้นที่ทางเท้า (ตร.ม.) = ข้อมูลพื้นที่ทางเท้าจากระบบ RAMS



รูปที่ 5 องค์ประกอบของพื้นที่งานตัดหญ้า 1 รอบ แสดงบนหน้าตัดถนนโดยสังเขป

นอกเหนือจากการอนุมานปริมาณพื้นที่ตัดหญ้าจากข้อมูลกายภาพ สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ได้มีการจัดเก็บข้อมูลพื้นที่ตัดหญ้าบนระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) ให้เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่บริเวณข้างทาง โดยทั้ง 2 วิธีมีการเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบสองวิธีในการกำหนดปริมาณงานตัดหญ้า

ประเด็น	**วิธีอนุมานจากข้อมูลกายภาพ**	ข้อมูลบนระบบ RAMS
ปริมาณพื้นที่	อนุมานจากลักษณะกายภาพของสายทาง	ปริมาณพื้นที่ที่มีการรายงานผล
ความละเอียดของข้อมูล	สามารถคำนวณจากข้อมูลสายทางได้โดยตรง	ข้อมูลถูกจัดเก็บเป็นรายแขวงทางหลวง
ข้อจำกัด	ขึ้นกับสมมติฐานความกว้างแถบและการหักลบพื้นที่ทับซ้อน	สะท้อนปริมาณงานที่ทำได้จริง แต่อาจไม่สะท้อนถึงงานที่ควรทำ

คู่มือฉบับนี้แนะนำให้ใช้วิธีการอนุมานปริมาณพื้นที่งานตัดหญ้าจากข้อมูลทางกายภาพเป็นวิธีหลัก และคงวิธีที่ใช้ผลงานที่รายงานจริงไว้เป็นทางเลือกสำหรับการเปรียบเทียบและการตรวจสอบ

นอกจากนี้ กรมทางหลวงยังมีข้อมูลบริเวณข้างทางที่แขวงทางหลวงสำรวจและบันทึกไว้เอง ซึ่งระบุพื้นที่ที่ต้องดูแลจำแนกตามประเภทการดูแล เช่น พื้นที่ถางป่า ข้อมูลชุดนี้มีข้อดีคือมาจากการสำรวจพื้นที่จริง แต่ความครบถ้วนและวิธีจำแนกยังไม่เท่ากันทุกหน่วยงาน จึงกำหนดให้เลือกแหล่งข้อมูลได้เป็นรายแขวงทางหลวง แทนการบังคับใช้แหล่งเดียวกันทั้งประเทศ

4.3 อัตราการบำรุง (Maintenance Factor: MF)

อัตราการบำรุง คือ จำนวนครั้งโดยเฉลี่ยที่ทรัพย์สินได้รับการบำรุงรักษาใน 1 ปี โดยค่าที่น้อยกว่า 1 หมายถึงทรัพย์สินนั้นไม่ได้รับการบำรุงทุกปี เช่น MF เท่ากับ 0.20 หมายถึงบำรุงเฉลี่ยทุก 5 ปี ส่วนค่าที่มากกว่า 1 หมายถึงทรัพย์สินนั้นได้รับการบำรุงมากกว่าปีละครั้ง เช่น MF เท่ากับ 6 หมายถึงบำรุงเฉลี่ยปีละ 6 ครั้ง ดังตารางที่ 9

$$\text{อัตราการบำรุง} = \frac{\text{ปริมาณงานที่ต้องทำต่อปี}}{\text{ปริมาณทรัพย์สินที่มีอยู่}} \qquad (16)$$

ตารางที่ 9 ตัวอย่างความหมายของค่าอัตราการบำรุงในช่วงต่าง ๆ

ช่วงค่า MF	รอบการบำรุงเทียบเท่า	ลักษณะของงาน
น้อยกว่า 0.10	มากกว่า 10 ปีต่อ 1 ครั้ง	ทรัพย์สินโครงสร้างที่มีอายุใช้งานยาว
0.10 – 0.33	ทุก 3 ถึง 10 ปี	อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยที่ซ่อมเมื่อเสียหาย
0.34 – 0.99	ทุก 1 ถึง 3 ปี	งานตามสภาพที่มีความถี่ปานกลาง
1.00	ปีละครั้ง	ค่าตั้งต้น หรือรายการที่มีรอบบำรุงปีละครั้งจริง
มากกว่า 1.00	มากกว่าปีละครั้ง	งานตามรอบที่กำหนดความถี่ตามระดับการให้บริการ เช่น งานตัดหญ้า งานทำความสะอาด

หมายเหตุ: หากทรัพย์สินใดมีการกำหนดค่า MF ที่น้อยเกินควร ให้สันนิษฐานว่าข้อมูลการบำรุงปกติที่ผ่านมายังไม่ครบถ้วน หรือมีการกรอกผลการดำเนินงานผิดพลาด

4.3.1 แหล่งที่มาของค่าอัตราการบำรุง

ค่าอัตราการบำรุงที่ใช้ในการคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) เป็นค่าที่ผ่านการเทียบเคียงจากแหล่งข้อมูล 4 แหล่งซึ่งมีลักษณะ ช่วงเวลา และระดับความน่าเชื่อถือแตกต่างกัน ทั้งนี้ เพื่อให้ค่าของทุกรายการมีหลักฐานรองรับ และตรวจสอบย้อนกลับไปยังต้นทางได้ ที่ปรึกษาจึงแยกอธิบายแหล่งที่มาทั้ง 4 แหล่ง พร้อมเงื่อนไขการใช้และข้อกำหนดของแต่ละแหล่ง ดังนี้

- **แหล่งที่ 1 การอ้างอิงโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)** ซึ่งคำนวณค่าโอกาสเกิดความเสียหาย รายรหัสงาน ไว้จากการเก็บข้อมูลทั่วประเทศ

ค่า MF คือผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตามโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร และศูนย์วิจัยและพัฒนาการจราจรและขนส่ง เสนอต่อสำนักบริหารบำรุงทาง

กรมทางหลวง เมื่อ พ.ศ. 2554 งานศึกษาดังกล่าวเป็นงานชิ้นแรกที่แยกความถี่ของการซ่อมบำรุงออกจากราคาต่อหน่วยอย่างเป็นระบบ โดยเรียกตัวแปรความถี่ว่า โอกาสเกิดความเสียหาย (Damage Probability) ซึ่งเป็นแนวคิดเดียวกับ ค่า MF ในการคำนวณดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) ปัจจุบัน

$$\text{โอกาสเกิดความเสียหาย} = \frac{\text{ปริมาณงานที่ต้องการซ่อมบำรุงในรหัสงานนั้นต่อปี}}{\text{ปริมาณทรัพย์สินทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับรหัสงานนั้น}} \quad (17)$$

ระเบียบวิธีของการได้มาซึ่งค่าโอกาสเกิดความเสียหาย ที่ปรึกษาของงานศึกษาดังกล่าวเก็บข้อมูลปริมาณงานที่ต้องการซ่อมบำรุงด้วยแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้บริหารหน่วยงานระดับแขวงทางหลวงครบทั้ง 104 แห่ง แล้วจึงนำปริมาณงานที่ได้มาหารด้วยปริมาณทรัพย์สินที่หน่วยงานนั้นรับผิดชอบ ทั้งนี้ ค่าที่ได้จึงสะท้อนความต้องการซ่อมบำรุง มิใช่ปริมาณงานที่ทำได้จริงภายใต้งบประมาณที่ได้รับ ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของแหล่งนี้เหนือแหล่งที่ 2

ค่าที่งานศึกษาคำนวณไว้และมีความเกี่ยวข้องกับรายการทรัพย์สินในการคำนวณปริมาณงานปัจจุบัน สรุปได้ดังตารางที่ 10 โดยตัวเลขที่แสดงเป็นค่าตามรายงานขั้นสุดท้ายของงานศึกษา

ตารางที่ 10 ค่าโอกาสเกิดความเสียหายตามงานศึกษา พ.ศ. 2554 ที่เกี่ยวข้องกับรายการในการคำนวณปริมาณงาน

รหัสงาน	ชื่องาน	ค่าโอกาสเกิดความเสียหาย	หน่วย
1224	งานตัดหญ้า	3.3501	ตร.ม.
1231	งานทางเท้า	0.1392	ตร.ม.
1241	งานตัดหญ้าเกาะกลางถนน	12.5577	ตร.ม.
1312	งานท่อระบายน้ำ	2.2014	แห่ง
1323	งานกำแพงกันดิน	4.5984	ตร.ม.
1324	งานสะพานคนเดินข้าม	3.5840	แห่ง
1325	งานอุโมงค์	0.3125	แห่ง
1411	งานป้ายจราจร	3.4302	แห่ง
1412	งานตีเส้นจราจร	0.5662	ตร.ม.
1421	งานหลักนำทาง	4.0694	อัน
1422	งานราวกันอันตราย	0.3803	ม.
1431	งานไฟฟ้าแสงสว่าง	1.7283	ต้น
1432	งานไฟสัญญาณจราจร	0.4682	แห่ง
1550	งานที่พักผู้โดยสาร	2.4416	แห่ง

ตารางที่ 11 แสดงข้อดีและข้อจำกัดของข้อมูล MF ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ข้อดี	ข้อจำกัด
- เป็นค่าที่ผ่านกระบวนการวิจัยที่มีระเบียบวิธีชัดเจน - เก็บข้อมูลจากผู้บริหารหน่วยงานระดับแขวงทางหลวงครบทุกแห่ง จึงครอบคลุมความหลากหลายเชิงพื้นที่ - ผ่านการตรวจทานกับข้อมูลการเบิกจ่ายจริง - ผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญของกรม - สะท้อนความต้องการซ่อมบำรุง	- เป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2554 ซึ่งปริมาณทรัพย์สินและรูปแบบทางหลวงอาจมีการเปลี่ยนแปลง - รายการทรัพย์สินบางส่วนไม่ตรงกับการจัดกลุ่มปัจจุบัน โดยเฉพาะรายการที่เกิดขึ้นใหม่หลังปี พ.ศ. 2554 - ระดับราคาและวิธีปฏิบัติงานเปลี่ยนไป ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับต้นทุนเปลี่ยนตามไปด้วย

- **แหล่งที่ 2 การรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลปริมาณงานบำรุงปกติ** ย้อนหลัง 3 ปี เทียบกับปริมาณทรัพย์สินชนิดนั้น ๆ ที่มีอยู่

การคำนวณค่า MF ขึ้นใหม่จากข้อมูลของกรม โดยนำปริมาณงานบำรุงปกติที่ทำได้จริงย้อนหลัง 3 ปีงบประมาณ ของแต่ละรหัสงาน หารด้วยปริมาณทรัพย์สินชนิดนั้น ๆ ที่มีอยู่ ตามฐานข้อมูลระบบทรัพย์สินของทางหลวง ณ ปีงบประมาณนั้น ๆ แล้วเฉลี่ยค่าที่ได้ทั้ง 3 ปี

$$\text{MF} = \text{ค่าเฉลี่ย 3 ปีของ} \left(\frac{\text{ปริมาณงานบำรุงปกติที่ทำได้จริง}}{\text{ปริมาณทรัพย์สินที่มีอยู่}} \right) \qquad (18)$$

สาเหตุที่มีการใช้ค่าเฉลี่ย 3 ปี คือ

1) ปริมาณงานบำรุงปกติในแต่ละปีขึ้นกับวงเงินที่ได้รับและเหตุการณ์เฉพาะปี การใช้ปีเดียวจึงทำให้ค่าผันผวนจนการคำนวณปริมาณงานไม่เสถียร
2) ทรัพย์สินหลายรายการมีรอบการบำรุงยาวกว่าหนึ่งปี หากใช้ข้อมูลปีเดียวอาจบังเอิญเป็นปีที่ไม่มีการซ่อมทรัพย์สินชนิดนั้นเลย
3) การเฉลี่ย 3 ปีจะช่วยลดผลของงานขนาดใหญ่รายการเดียวที่เกิดขึ้นในปีใดปีหนึ่ง

โดยตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบฐานข้อมูลงานบำรุงปกติ กับข้อมูลจริงของกรม โดยนำปริมาณงานที่ทำได้จริงต่อปีของแต่ละรหัสงาน หารด้วยปริมาณทรัพย์สินรวมทั้งประเทศของรายการที่เกี่ยวข้อง ตัวเลขในตารางแสดงไว้เพื่ออธิบายวิธีอ่านผล มิใช่เพื่อกำหนดเป็นค่ามาตรฐาน แต่หากค่าที่คำนวณได้ดูไม่สมเหตุสมผลให้วินิจฉัยตามสาเหตุดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบการคำนวณ MF จากฐานข้อมูลงานบำรุงปกติ

รายการ	ปริมาณงานจริงต่อปี	ปริมาณทรัพย์สิน	MF ที่คำนวณได้
งานตัดหญ้า (ตร.ม.)	1,537,978,751	1,528,933,014	1.006
รางระบายน้ำ (ม.)	5,684,027	10,514,738	0.541
ท่อระบายน้ำ (แห่ง)	70,163	128,700	0.545
ราวกันอันตราย (ม.)	3,485,109	9,689,973	0.360
เครื่องหมายนำทาง (อัน)	837,898	24,541	34.1
ไฟฟ้าแสงสว่าง (ต้น)	569,599	38,759	14.7
สะพาน (แห่ง)	77,826	17,298	4.50

ตารางที่ 13 สาเหตุของความคลาดเคลื่อนและวิธีแก้ไข

สาเหตุ	ลักษณะที่ปรากฏ	ตัวอย่าง	สิ่งที่ต้องทำ
รหัสงานหนึ่งครอบคลุมทรัพย์สินหลายชนิด	ค่าที่คำนวณได้สูงกว่าความจริง	รหัสงานบำรุงรักษาราวกันอันตรายรวมกำแพงกันเสียงและอุปกรณ์อื่นไว้ด้วยกัน	แยกปริมาณงานตามชนิดทรัพย์สินก่อน หรือใช้ค่าที่ได้เป็นขอบเขตบนเท่านั้น
หน่วยของงานไม่ตรงกับหน่วยทรัพย์สิน	-	งานสะพานบันทึกเป็นแห่ง หมายถึงจุดที่เข้าซ่อม ไม่ใช่จำนวนสะพานทั้งสะพาน	เปลี่ยนไปใช้แหล่งข้อมูลที่ 3 หรือ 4
ฐานข้อมูลทรัพย์สินบันทึกไม่ครบ	อัตราส่วนสูงผิดปกติมาก	เครื่องหมายนำทางและไฟฟ้าแสงสว่างที่ความหนาแน่นต่อกิโลเมตรต่ำกว่าความเป็นจริง	เร่งปรับปรุงฐานข้อมูลและคงค่าเดิมไว้

- **แหล่งที่ 3 การอ้างอิงอายุการใช้งานทรัพย์สินตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง** แล้วแปลงเป็นรอบการบำรุงต่อปี

เป็นการอ้างอิงอายุการใช้งานของทรัพย์สินที่หน่วยงานกลางกำหนดไว้แล้ว ทั้งนี้ กรมบัญชีกลางได้กำหนดอายุการใช้งาน และอัตราค่าเสื่อมราคาของสินทรัพย์ถาวรของหน่วยงานภาครัฐไว้ใน คู่มือการบัญชีภาครัฐ เรื่อง ที่ดิน อาคาร และอุปกรณ์ ซึ่งเวียนให้ส่วนราชการถือปฏิบัติตามหนังสือกรมบัญชีกลาง ที่ กค 0410.3/ว 43 ลงวันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2562 ประกอบกับตารางอายุการใช้งานและอัตราค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ถาวรที่กรมบัญชีกลางกำหนดไว้เดิม

หลักการแปลงอายุการใช้งานเป็นค่า MF อยู่บนข้อสมมติว่า ทรัพย์สินที่มีอายุการใช้งาน n ปี จะต้องได้รับการบำรุงรักษาหรือเปลี่ยนทดแทนโดยเฉลี่ยหนึ่งครั้งในทุก n ปี ดังสมการที่ 19

$$MF = \frac{1}{\text{อายุการใช้งานของทรัพย์สินตามหลักเกณฑ์ทางบัญชี (ปี)}} \quad (19)$$

ตารางที่ 14 ตัวอย่างอายุการใช้งานสินทรัพย์ถาวรตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง และค่า MF ที่แปลงได้

ประเภทสินทรัพย์ ตามคู่มือการบัญชีภาครัฐ	อายุการ ใช้งาน (ปี)	อัตราค่าเสื่อมราคาต่อปี	ค่า MF ที่แปลงได้
อาคารถาวร	15	ร้อยละ 6.67	0.067
อาคารชั่วคราวและโรงเรือน	8	ร้อยละ 12.50	0.125
ถนนคอนกรีต	10	ร้อยละ 10.00	0.100
สะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก	20	ร้อยละ 5.00	0.050
เขื่อนปูน	30	ร้อยละ 3.33	0.033
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	20	ร้อยละ 5.00	0.050
ครุภัณฑ์ยานพาหนะและขนส่ง	5	ร้อยละ 20.00	0.200

ข้อสมมติ อายุการใช้งานในตารางข้างต้นมีช่วงกว้างตั้งแต่ 5 ปี ถึง 30 ปี โดยรายการที่ใกล้เคียงกับทรัพย์สินทางหลวงมากที่สุดคือถนนคอนกรีตซึ่งอยู่ที่ 10 ปี เมื่อพิจารณาประกอบกับสัดส่วนของทรัพย์สินแต่ละชนิดในโครงข่ายแล้ว สามารถใช้ข้อสมมติเชิงนโยบายว่า “อายุการใช้งานเฉลี่ยของทรัพย์สินทางหลวงเท่ากับ 10 ปี ซึ่งเทียบเท่ากับการเสื่อมสภาพเฉลี่ยปีละร้อยละ 10” และนำไปสู่ข้อสังเกตเชิงนโยบายว่า “เมื่อทรัพย์สินมีอายุมากขึ้น อัตราการบำรุงที่ต้องการย่อมเพิ่มขึ้นในอัตราใกล้เคียงกัน” ข้อสังเกตนี้ใช้เป็นกรอบการตรวจสอบว่าค่า MF ที่กำหนดจากแหล่งข้อมูลอื่นอยู่ในระดับที่สมเหตุสมผลหรือไม่

ข้อควรระวัง *อายุการใช้งานที่กรมบัญชีกลางกำหนดมีวัตถุประสงค์เพื่อการคิดค่าเสื่อมราคาทางบัญชี มิใช่เพื่อกำหนดรอบการบำรุงรักษาทางวิศวกรรม กล่าวคือ ทรัพย์สินที่ตัดค่าเสื่อมราคาหมดแล้วในทางบัญชี อาจยังใช้งานได้และยังต้องบำรุงรักษาต่อไป ในทางกลับกัน ทรัพย์สินบางชนิดต้องบำรุงรักษาหลายครั้งก่อนจะครบอายุทางบัญชี ดังนั้น เมื่อใช้ข้อมูลจากอายุการใช้งานทรัพย์สินตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางนี้ ต้องระบุไว้ทุกครั้งว่าเป็นค่าโดยประมาณที่อ้างอิงจากหลักเกณฑ์ทางบัญชี และต้องตรวจสอบก่อนนำไปใช้*

ในการจัดทำชุดค่าตัวแปรปัจจุบัน ที่ปรึกษาได้กำหนดอายุการใช้งานของทรัพย์สินแต่ละรายการไว้แล้วตามหลักเกณฑ์ข้างต้น กล่าวคือ

- โครงสร้างและอุปกรณ์งานทางส่วนใหญ่ใช้ 20 ปี
- ท่อระบายน้ำใช้ 15 ปี
- ศาลาทางหลวงใช้ 8 ปี
- งานไฟฟ้าแสงสว่างกับสัญญาณไฟจราจรใช้ 5 ปี

อนึ่ง กรมบัญชีกลางเปิดให้หน่วยงานใช้ดุลยพินิจกำหนดอายุการใช้งานตามสภาพการใช้งานจริงได้ ดังนั้น หากกรมทางหลวงมีผลการศึกษาอายุการให้บริการของทรัพย์สินทางหลวงเป็นการเฉพาะ ให้ใช้ผลการศึกษานั้นแทน และบันทึกเอกสารอ้างอิงไว้ในเอกสารประกอบชุดค่าตัวแปร

อายุการใช้งานทรัพย์สินตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางนี้ใช้กับงานตามสภาพ (reactive) คือทรัพย์สินที่ซ่อมเมื่อเสียหาย และมีอายุการใช้งานที่ประเมินได้ เช่น ราวกันอันตราย ป้ายจราจร สะพานลอยคนข้าม และโครงสร้างอื่น ๆ

$$MF = \frac{1}{\text{รอบการบำรุงเฉลี่ยที่มีเอกสารรองรับ (ปี)}} \qquad (20)$$

ฐานทางวิชาการของแหล่งนี้คือ การประเมินอายุการให้บริการคงเหลือของทรัพย์สินทาง ซึ่งเป็นระเบียบวิธีที่มีเอกสารมาตรฐานรองรับในระดับสากล และงานศึกษาปี พ.ศ. 2554 ได้ทบทวนไว้แล้ว

ตารางที่ 15 การแปลงรอบการบำรุงเป็นค่า MF

รอบการบำรุง	ค่า MF ที่ได้	ตัวอย่างลักษณะทรัพย์สิน
ทุก 10 ปี	0.100	โครงสร้างที่มีอายุใช้งานยาวและซ่อมเฉพาะเมื่อเสียหายรุนแรง
ทุก 5 ปี	0.200	อุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยที่มีความคงทนสูง
ทุก 3 ปี	0.333	อุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพตามการใช้งานปานกลาง
ทุก 2 ปี	0.500	ทรัพย์สินที่ต้องตรวจสอบและซ่อมเป็นรอบสั้น
ทุก 1.43 ปี	0.700	ทรัพย์สินที่ต้องดูแลเกือบทุกปี
ทุกปี	1.000	ทรัพย์สินที่ต้องบำรุงเป็นประจำทุกปี
ทุก 7 เดือน	1.720	ทรัพย์สินที่มีชิ้นส่วนสิ้นเปลืองซึ่งต้องเปลี่ยนบ่อย

- **แหล่งที่ 4 ความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ**และผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ซึ่งให้จำนวนรอบต่อปีตามระดับการให้บริการที่เหมาะสม

เป็นการรวบรวมความคิดเห็นจากผู้ที่ปฏิบัติงานบำรุงปกติโดยตรง ได้แก่ ผู้อำนวยการแขวงทางหลวง หัวหน้าหมวดทางหลวง วิศวกรงานบำรุง และผู้เชี่ยวชาญของสำนักงานทางหลวง โดยมีคำถามหลักว่า ทรัพย์สินชนิดหนึ่งควรได้รับการบำรุงรักษากี่ครั้งต่อปี ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญนี้ใช้กับงานตามรอบ (cyclic) คืองานที่ความถี่ถูกกำหนดโดยมาตรฐานการบริการไม่ใช่โดยการเสื่อมสภาพของทรัพย์สิน เช่น งานตัดหญ้า งานทำความสะอาด งานบำรุงรักษาต้นไม้ และงานลอกท่อระบายน้ำ

MF = จำนวนรอบที่ต้องทำต่อปีตามมาตรฐานที่กำหนด **(21)**

ข้อดีของแหล่งข้อมูลนี้คือค่าที่ได้อธิบายต่อสาธารณะได้ตรงไปตรงมา และเชื่อมโยงกับนโยบายของหน่วยงานโดยตรง ตัวอย่าง เช่น หากมีการประกาศว่าจะตัดหญ้าปีละ 8 ครั้ง ค่า MF ของงานตัดหญ้าคือ 8.00 หากเปลี่ยนนโยบายเป็นปีละ 12 ครั้ง ค่า MF ก็เปลี่ยนเป็น 12.00 ทันที โดยไม่ต้องรอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<u>ประเด็นที่ต้องพิจารณาในการกำหนดจำนวนรอบ</u>

1) ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ ความเห็นจากผู้ปฏิบัติงานระบุว่าเส้นทางท่องเที่ยวมีการตัดหญ้าตลอดแนวข้างทางและตัดปีละ 3 ถึง 4 ครั้ง ในขณะที่บางพื้นที่อาจตัดน้อยกว่า เมื่อกำหนดค่า MF เป็นค่าเดียวทั้งประเทศ ความแตกต่างเชิงพื้นที่ต้องสะท้อนผ่านปัจจัยสภาพแวดล้อม ไม่ใช่ผ่านค่า MF รายพื้นที่
2) ความแตกต่างระหว่างฤดูกาลและปริมาณฝน พื้นที่ฝนตกชุกมีอัตราการเติบโตของหญ้าสูงกว่า จึงต้องตัดบ่อยกว่า ประเด็นนี้สามารถจัดการด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก
3) ผลกระทบต่อปริมาณงานรวม งานตามรอบที่มีปริมาณทรัพย์สินมาก เช่น งานตัดหญ้า มีสัดส่วนสูงในปริมาณงานรวมของประเทศ การเปลี่ยนจำนวนรอบต่อปีจึงมีผลต่อโครงสร้างปริมาณงานทั้งระบบอย่างมีนัยสำคัญ ต้องประเมินผลกระทบก่อนตัดสินใจเสมอ
4) ความสอดคล้องกับข้อมูลจริง เมื่อกำหนดจำนวนรอบตามมาตรฐานแล้ว ควรตรวจสอบย้อนกลับด้วยฐานข้อมูลปริมาณงานบำรุงปกติ ว่าปริมาณงานที่ทำได้จริงสอดคล้องกับจำนวนรอบที่กำหนดหรือไม่ หากต่างกันมาก แสดงว่ามาตรฐานที่ประกาศกับการปฏิบัติจริงไม่ตรงกัน

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบแหล่งที่มาของค่า MF

แหล่งที่มา	หลักการ	ข้อจำกัดหลัก
แหล่งที่ 1 งานศึกษาของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	ใช้ค่าโอกาสเกิดความเสียหายรายรหัสงานที่งานศึกษา พ.ศ. 2554 คำนวณและตรวจทานไว้	เป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2554 และบางรหัสงานครอบคลุมทรัพย์สินหลายชนิดรวมกัน
แหล่งที่ 2 ฐานข้อมูลปริมาณงานย้อนหลัง 3 ปี	MF = ปริมาณงานบำรุงปกติที่ทำได้จริงเฉลี่ยสามปีหารด้วยปริมาณทรัพย์สินชนิดนั้นที่มีอยู่	สะท้อนงานที่ทำได้ภายใต้งบประมาณที่ได้รับ มิใช่ความต้องการที่แท้จริง และไวต่อความครบถ้วนของฐานทรัพย์สิน
แหล่งที่ 3 อายุการใช้งานตามกรมบัญชีกลาง	MF = 1 หารด้วยอายุการใช้งานของทรัพย์สินตามคู่มือการบัญชีภาครัฐ	อายุการใช้งานทางบัญชีกำหนดขึ้นเพื่อการคิดค่าเสื่อมราคา มิใช่เพื่อกำหนดรอบการบำรุง
แหล่งที่ 4 การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	ใช้จำนวนรอบต่อปีตามระดับการให้บริการที่ผู้ปฏิบัติงานและผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเหมาะสม	เป็นค่าเชิงคุณภาพ ต้องมีข้อมูลเชิงปริมาณประกอบ และต้องบันทึกผู้ให้ความเห็นไว้

หลักการเลือกค่าที่ใช้ เมื่อรายการหนึ่งมีค่าจากมากกว่าหนึ่งแหล่ง ให้เรียงลำดับตามความน่าเชื่อถือ กล่าวคือ ค่าที่คำนวณจากการปฏิบัติงานจริงของกรมมีลำดับสูงกว่าค่าประมาณการ อย่างไรก็ดี ลำดับดังกล่าวมิใช่กฎตายตัว เพราะแหล่งที่ 2 จะเชื่อถือได้ก็ต่อเมื่อฐานข้อมูลปริมาณทรัพย์สินครบถ้วนแล้วเท่านั้น ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงต้องเทียบค่าจากทุกแหล่งที่มีก่อน

กรณีที่ยังไม่มีข้อมูลจากแหล่งใดเลย ให้กำหนดค่าตั้งต้นเท่ากับ 1.00 ซึ่งหมายถึงการตั้งสมมติฐานว่าทรัพย์สินนั้นได้รับการบำรุงเฉลี่ยปีละ 1 ครั้ง

4.3.2 การเลือกใช้ค่าอัตราการบำรุง

การกำหนดค่าอัตราการบำรุงของแต่ละรายการทรัพย์สินเกิดจากการคัดเลือกค่าอัตราการบำรุงจากแหน่งที่มาข้างต้น ยกเว้นการกำหนดค่าอัตราการบำรุงของผิวจราจรที่มีการแยกแยะกิจกรรมการบำรุงเป็นวิธีซ่อมความเสียหายย่อยได้ 10 กิจกรรม ดัง ตารางที่ 17 โดยกิจกรรมแต่ละกิจกรรมมีค่าอัตราการบำรุงของแต่ละรายการ เมื่อรวมค่าอัตราการบำรุงของทั้ง 10 กิจกรรมนี้แล้วก็จะได้เป็นค่า $MF_{ผิวจราจร}$

ตารางที่ 17 โครงสร้างการแยกงานผิวทางเป็นวิธีซ่อมย่อย

วิธีซ่อม	หน่วย	ลักษณะ
งานอุดรอยแตก	ม.	การซ่อมแซมถนนที่เกิดความเสียหายในลักษณะการเกิด รอยแตก (Crack) ที่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยการใช้แอสฟัลต์หรือแอสฟัลต์ผสมวัสดุละเอียดอุดรอยแตกนั้น
งานฉาบผิว	ตร.ม.	การซ่อมแซมถนนที่เกิดความเสียหายเฉพาะผิวหน้าของชั้นผิวทาง ในลักษณะความเสียหายที่แตกต่างกัน
งานปรับระดับ	ตร.ม.	งานปรับแต่งผิวทางหรือไหล่ทางเดิมที่ขรุขระ ทรุด (Corrugation) หรือยุบตัวเป็นแอ่ง (Grade Depression) หรือเป็นร่องล้อ (Rutting) โดยที่พื้นทาง หรือโครงสร้างทางยังคงแข็งแรงอยู่ ให้ได้ระดับเรียบและกลมกลืนกับผิวทางหรือไหล่ทางทางเดิม
งานปะซ่อม	ตร.ม.	การซ่อมแซมความเสียหายของถนนที่เกิดความเสียหาย เฉพาะชั้นผิวทาง โดยนำผิวทางเดิมที่เสียหายออกและนำส่วนผสมใหม่มาปรับให้เรียบ
งานขุดซ่อม	ตร.ม.	การซ่อมแซมความเสียหายของถนนที่ความเสียหาย เกิดขึ้นในระดับที่ลึกกว่าชั้นผิวทาง ดังนั้นจึงต้องขุดลงไปซ่อมแซมชั้นทางที่เสียหายนั้นก่อน แล้วจึงจะทำการปูและปิดทับด้วยผิวทางแอสฟัลต์เพื่อคืนสภาพโครงสร้างชั้นทาง
งานปาดแต่ง	ตร.ม.	งานปาด ตัด แต่ง ผิวทางหรือไหล่ทางชนิดแอสฟัลต์คอนกรีตที่นูน เป็นสันหรือเป็นคลื่น เนื่องจากการเคลื่อนตัวเฉพาะชั้นผิวทาง
งานซ่อมวัสดุรอยต่อ	ม.	การขุดเอาวัสดุยารอยต่อเดิมที่หมดสภาพตามแนวรอยต่อในผิวทางคอนกรีตออกทิ้ง พร้อมกับดำเนินการยาแนวรอยต่อด้วยวัสดุยารอยต่อชนิดเทร่อนใหม
งานอุดเชื่อมรอยแตก	ม.	วิธีการซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันความเสียหายของโครงสร้างถนนคอนกรีต โดยวิธีการอุดซ่อมรอยแตกบนผิวทางคอนกรีตด้วยวัสดุยารอยแตกชนิดเทร่อน
งานปรับระดับคอนกรีต	ตร.ม.	งานปรับระดับผิวหรือไหล่คอนกรีตเดิมที่ชำรุด โดยใช้วัสดุผสม แอสฟัลต์ (Cold Mix หรือ Hot Mix) ปูทับลงบนผิวคอนกรีต หลังจากทายาง (Tack Coat) หรือฉาบวัสดุคั่นกลาง (Interlayer) แล้ว
งานซ่อมคอนกรีต	ตร.ม.	การรื้อแผ่นพื้นคอนกรีตในส่วนที่ชำรุดออก แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขชั้นทางใต้แผนพื้นให้มีความแข็งแรงก่อนที่จะเทแผ่นพื้นคอนกรีตใหม่ลงไปแทนที่

สำหรับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2569 ประกอบด้วยรายการที่คิดปริมาณงาน 23 รายการ ทั้งนี้ ค่าตัวแปรในตารางที่ 18 เป็นค่าเดียวกันทั้งประเทศ และต้องแนบไว้กับรายงานผลการคำนวณทุกรอบ

ตารางที่ 18 ค่าอัตราการบำรุง (MF) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน

รายการ	หน่วย	อัตราการบำรุง (MF)
ผิวจราจร	กม.	3.63%
ผิวจราจร: งานอุดรอยแตก	กม.	0.24%
ผิวจราจร: งานฉาบ	กม.	0.16%
ผิวจราจร: งานปรับระดับ	กม.	0.53%
ผิวจราจร: งานปะซ่อม	กม.	0.56%
ผิวจราจร: งานขุดซ่อม	กม.	0.15%
ผิวจราจร: งานปาดแต่ง	กม.	1.92%
ผิวจราจร: งานซ่อมวัสดุรอยต่อ	กม.	0.01%
ผิวจราจร: งานอุดเชื่อมรอยแตก	กม.	0.01%
ผิวจราจร: งานปรับระดับคอนกรีต	กม.	0.01%
ผิวจราจร: งานซ่อมคอนกรีต	กม.	0.04%
สะพานที่เชื่อมกับถนน	แห่ง	300.00%
งานตัดหญ้า	ตร.ม.	800.00%
ท่อระบายน้ำ	แห่ง	100.00%
รางระบายน้ำ	ม.	100.00%
ราวกันอันตราย	ม.	38.03%
เครื่องหมายนำทาง	อัน	15.76%
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น	30.00%
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งคู่	ต้น	30.00%
ไฟฟ้าแสงสว่าง Hi-mast	ต้น	30.00%
เกาะกลางถนน	ตร.ม.	800.00%
ทางเท้า	ตร.ม.	20.00%
ทางจักรยาน	กม.	11.40%
อุโมงค์/ทางลอด	แห่ง	100.00%
กำแพงกันดิน	ตร.ม.	0.01%
กำแพงกันเสียง	แผ่น	15.76%
แผงบังแสง	แห่ง	15.76%

ตารางที่ 18 ค่าอัตราการบำรุง (MF) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน (ต่อ)

รายการ	หน่วย	อัตราการบำรุง (MF)
สัญญาณไฟจราจร	แห่ง	46.82%
ป้ายจราจร	แห่ง	31.83%
สะพานลอยคนข้าม	แห่ง	1200.00%
ทางเชื่อม	แห่ง	11.40%
เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	ตร.ม.	9.94%
ศาลาทางหลวง	แห่ง	90.00%

4.4 ราคาต่อหน่วย (Unit Cost: U) และค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U')

ราคาต่อหน่วย คือ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทรัพย์สินต่อหนึ่งหน่วย ราคาต่อหน่วยของแต่ละรายการแยกองค์ประกอบได้เป็นค่าวัสดุ ค่าแรงงาน ค่าเช่าเครื่องจักร ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าใช้สอย การเก็บสัดส่วนเหล่านี้ไว้ทำให้ปรับราคาตามดัชนีราคาแต่ละหมวดทางหลวงได้โดยไม่ต้องคำนวณใหม่ทั้งหมด ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่งานศึกษาปี พ.ศ. 2554 เสนอไว้

$$\text{ราคาต่อหน่วย} = \frac{\text{ผลรวมงบประมาณบำรุงปกติที่เบิกจ่ายจริง}}{\text{ผลรวมปริมาณงานที่ทำได้จริง}} \quad (22)$$

4.4.1 ราคาต่อหน่วย (Unit Cost: U)

4.4.1.1 แหล่งที่มาของค่าราคาต่อหน่วย

ราคาต่อหน่วยที่ใช้ในการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) มาจากแหล่งข้อมูล 4 แหล่งซึ่งมีช่วงเวลา ความครบถ้วน และวัตถุประสงค์ในการจัดทำต่างกัน เนื่องจากราคาต่อหน่วยเป็นตัวแปรที่เปรียบเทียบภาระงานระหว่างทรัพย์สินชนิดต่าง ๆ ดังนี้

- **แหล่งที่ 1 การอ้างอิงโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์)** ซึ่งคำนวณราคาต่อหน่วย รายรหัสงานไว้ที่ฐานปี พ.ศ. 2554 ไว้ครบทุกรหัสงาน โดยมีระเบียบวิธี 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายต่อหน่วยของแต่ละรหัสงานจากแขวงทางหลวงทั้ง 104 แห่ง

2. กรองค่าผิดปกติออกด้วยแผนภูมิกล่อง (Box plot) โดยตัดค่าที่สูงกว่า ควอไทล์ที่ 3 บวก 1.5 เท่าของพิสัยระหว่างควอไทล์ และค่าที่ต่ำกว่าควอไทล์ที่ 1 ลบ 1.5 เท่าของพิสัยระหว่างควอไทล์ แล้วใช้ค่าเฉลี่ยของค่าที่เหลือหลังการตัด
3. ตรึงค่าที่ได้ไว้ในช่วง 0.5 เท่า ถึง 2 เท่าของราคาตามแบบฟอร์มประมาณการของกรม เพื่อไม่ให้ค่าที่ได้เกินกรอบที่อธิบายได้

ราคาต่อหน่วยที่งานศึกษาคำนวณไว้และเกี่ยวข้องกับรายการในการคำนวณปริมาณงานปัจจุบัน สรุปได้ดังตารางที่ 19 โดยเป็นราคา ณ ฐานปี พ.ศ. 2554

ตารางที่ 19 ราคาต่อหน่วยตามงานศึกษา พ.ศ. 2554 ที่เกี่ยวข้องกับรายการในการคำนวณปริมาณงาน

รหัสงาน	ชื่องานตามงานศึกษา	ราคาต่อหน่วย	หน่วย
1111	งานอุดรอยแตกผิวทางแอสฟัลต์	13.73	ม.
1113	งานปรับระดับผิวทางแอสฟัลต์	179.45	ตร.ม.
1114	งานปะซ่อมผิวทางแอสฟัลต์	181.83	ตร.ม.
1115	งานขุดซ่อมผิวทางแอสฟัลต์	359.41	ตร.ม.
1116	งานปาดแต่งผิวทาง	18.21	ตร.ม.
1121	งานซ่อมวัสดุรอยต่อผิวทางคอนกรีต	42.36	ม.
1122	งานซ่อมผิวทางคอนกรีต	781.97	ตร.ม.
1123	งานอุดเชื่อมรอยแตกผิวทางคอนกรีต	32.58	ม.
1124	งานปรับระดับผิวทางคอนกรีต	138.46	ตร.ม.
1311	งานทางระบายน้ำ	22.11	ม.
1312	งานท่อระบายน้ำ	595.07	แห่ง
1323	งานกำแพงกันดิน	424.89	ตร.ม.
1412	งานตีเส้นจราจร	102.81	ตร.ม.
1422	งานราวกันอันตราย	52.56	ม.

หมายเหตุ: ตารางนี้แสดงเฉพาะรหัสงานที่เกี่ยวข้องกับรายการทรัพย์สินในการคำนวณปริมาณงานปัจจุบัน

ข้อจำกัดของงานวิจัยของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์นี้ คือเป็นข้อมูลของปี พ.ศ. 2554 ซึ่งระดับราคาเปลี่ยนไปมากแล้ว และวิธีปฏิบัติงานและวัสดุที่ใช้เปลี่ยนไปทำให้ต้นทุนต่อหน่วยของงานบางประเภทเปลี่ยนโครงสร้าง

- **แหล่งที่ 2 การรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลผลการใช้งบประมาณงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปี**

เป็นการคำนวณราคาต่อหน่วยขึ้นใหม่จากข้อมูลการเบิกจ่ายจริงของกรมทางหลวง โดยนำงบประมาณงานบำรุงปกติที่เบิกจ่ายจริงเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปีงบประมาณของแต่ละรหัสงานหารด้วยปริมาณงานที่ทำได้จริงของรหัสงานนั้นในช่วงเวลาเดียวกัน ฐานข้อมูลผลการใช้งบประมาณงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปีนี้ มีลำดับความน่าเชื่อถือสูงที่สุด โดยถือเป็นค่าที่เกิดจากการปฏิบัติงานจริงของกรม มีหลักฐานการเบิกจ่ายรองรับทุกรายการ

อย่างไรก็ตาม ฐานข้อมูลผลการใช้งบประมาณงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปีนี้ มีข้อจำกัด คือ ค่าราคาต่อหน่วยที่ได้ ถูกจำกัดด้วยวงเงินงบประมาณที่ได้รับ ไม่ใช่ต้นทุนที่ควรจะเป็น และเมื่อรหัสงานหนึ่งครอบคลุมงานหลายลักษณะรวมกัน ราคาเฉลี่ยที่ได้จะไม่สะท้อนงานบำรุงปกติของทรัพย์สินชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น รหัสงาน 21201 รวมงานทางเท้า ทางเชื่อม เกาะแบ่งถนน และทางจักรยาน ทำให้ 4 รายการนี้มีราคาต่อหน่วยที่เท่ากัน

- **แหล่งที่ 3 การรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลแผนการใช้งบประมาณงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปี**

ราคาต่อหน่วยที่ปรากฏในแผนประมาณการงบประมาณงานบำรุงปกติของกรมทางหลวง ย้อนหลัง 3 ปี ซึ่งเป็นราคาที่หน่วยงานใช้ประมาณการวงเงินก่อนการปฏิบัติงานจริง จึงมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากแหล่งข้อมูลที่ 2 คือ เป็นราคาที่ครอบคลุมรายการที่ยังไม่เคยมีการเบิกจ่ายจริงหรือมีการเบิกจ่ายน้อยจนคำนวณค่าเฉลี่ยไม่ได้ และเป็นราคาที่กรมกำหนดไว้เป็นกรอบแล้ว จึงอธิบายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ง่ายและสอดคล้องกับเอกสารงบประมาณที่ใช้อยู่

ให้ใช้ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปีเช่นเดียวกับแหล่งข้อมูลที่ 2 เพื่อลดผลของการปรับกรอบวงเงินในปีใดปีหนึ่ง และต้องระบุปีของแผนประมาณการที่ใช้ไว้ทุกครั้ง ทั้งนี้ เมื่อรายการหนึ่งมีค่าทั้งจากแหล่งข้อมูลที่ 2 และแหล่งข้อมูลที่ 3 ให้ใช้ค่าจากแหล่งข้อมูลที่ 2 เป็นหลัก และใช้ค่าจากแหล่งข้อมูลที่ 3 เป็นเครื่องตรวจสอบว่าค่าที่คำนวณได้อยู่ในกรอบที่กรมยอมรับหรือไม่

ข้อจำกัด คือ ราคาในแผนประมาณการเป็นราคาก่อนการปฏิบัติงาน จึงไม่ได้สะท้อนต้นทุนที่เกิดขึ้นจริง และอาจถูกปรับด้วยเหตุผลด้านกรอบวงเงินมากกว่าด้านต้นทุน

แนวทางปฏิบัติที่แนะนำคือใช้ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 3 ปีงบประมาณ ด้วยเหตุผลดังนี้

1) ลดความผันผวนรายปี ปริมาณงานบำรุงปกติในแต่ละปีขึ้นกับวงเงินที่ได้รับและเหตุการณ์เฉพาะปี การใช้ปีเดียวทำให้ราคาต่อหน่วยผันผวนจนการคำนวณปริมาณงานไม่เสถียร
2) ครอบคลุมรอบการบำรุงที่ยาวกว่า 1 ปี ทรัพย์สินหลายรายการมีรอบการซ่อมมากกว่า 1 ปี หากใช้ข้อมูลปีเดียว อาจบังเอิญเป็นปีที่ไม่มีการซ่อมทรัพย์สินบางชนิด การเฉลี่ย 3 ปี จึงให้ภาพต้นทุนที่ใกล้เคียงการดำเนินงานจริง
3) ลดทอนผลของงานที่มีปริมาณมากรายการเดียวที่เกิดขึ้นในปีใดปีหนึ่ง เช่น การเปลี่ยนอุปกรณ์ทั้งชุดในโครงการเดียว ซึ่งจะทำให้ราคาต่อหน่วยของปีนั้นสูงผิดปกติ

- **แหล่งที่ 4 ความคิดเห็นจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ** และผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่

การสอบถามผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่และผู้เชี่ยวชาญของสำนักงานทางหลวงถึงค่าใช้จ่ายต่อหน่วยต่อครั้งที่เกิดขึ้นจริงในการบำรุงรักษาทรัพย์สินแต่ละชนิด ความคิดเห็นนี้มีความจำเป็นสำหรับรายการที่ฐานข้อมูลยังบันทึกค่าใช้จ่ายไม่ครบถ้วน หรือรายการที่กรมกำหนดวงเงินต่อหน่วยไว้แล้วเป็นนโยบาย เช่น รายการที่จัดสรรเป็นวงเงินคงที่ต่อแห่ง

ความเห็นจากผู้ปฏิบัติงานยังให้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่สำคัญเพิ่มเติมว่า การนำวัสดุจากงานอื่น มาใช้ทดแทนโดยไม่ลงรหัสงานให้ตรง ทำให้ราคาต่อหน่วยที่บันทึกในฐานข้อมูลต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ค่าจากแหล่งข้อมูลที่ 2 ของบางรายการต่ำผิดปกติ

ข้อจำกัด คือ เป็นค่าประมาณการเชิงคุณภาพ จึงต้องมีข้อมูลเชิงปริมาณประกอบเสมอ และต้องบันทึกจำนวนผู้ให้ความเห็น ช่วงของค่าที่ได้รับ และวันที่ของการรวบรวมไว้ ในเอกสารประกอบชุดค่าตัวแปร

4.4.1.2 การเลือกใช้ค่าราคาต่อหน่วย

การกำหนดค่าราคาต่อหน่วยของแต่ละรายการทรัพย์สินเกิดจากการคัดเลือกค่าราคาต่อหน่วยจากแหล่งที่มาข้างต้น ยกเว้นการกำหนดค่าราคาต่อหน่วยของผิวจราจรที่มีการแยกแยะกิจกรรมการบำรุงเป็นวิธีซ่อมความเสียหายย่อยได้ 10 กิจกรรม เช่นเดียวกับการกำหนดค่า $MF_{ผิวจราจร}$ โดยกิจกรรมแต่ละกิจกรรมมีค่าราคาต่อหน่วยของแต่ละรายการ เมื่อรวมค่าราคาต่อหน่วยของทั้ง 10 กิจกรรมนี้แล้วก็จะได้เป็นค่า $U_{ผิวจราจร}$

สำหรับการคำนวณปริมาณงานในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2569 ประกอบด้วยรายการที่คิดปริมาณงาน 23 รายการ ทั้งนี้ ค่าทุกค่าในตารางเป็นค่าเดียวกันทั้งประเทศ และต้องแนบไว้กับรายงานผลการคำนวณทุกรอบ

เมื่อรายการใดรายการหนึ่งมีค่าราคาต่อหน่วยจากหลายแหล่งข้อมูล ให้เรียงตามลำดับความน่าเชื่อถือในแหล่งข้อมูลที่ 2 ก่อนเสมอ กรณีที่พบได้บ่อยและมีเหตุผลรองรับให้ใช้แหล่งข้อมูลอื่นมี 3 กรณี คือ

1) **รหัสงานในฐานข้อมูล**ครอบคลุมงานหลายลักษณะรวมกันทำให้ราคาเฉลี่ยไม่สะท้อนงานบำรุงปกติของทรัพย์สินนั้น
2) **ฐานข้อมูลยังบันทึกค่าใช้จ่ายของทรัพย์สินนั้นไม่ครบถ้วน** ทำให้ราคาที่คำนวณได้ต่ำกว่าความเป็นจริง
3) **กรมมีนโยบายกำหนดวงเงินต่อหน่วยไว้แล้ว** เช่น รายการที่จัดสรรเป็นวงเงินคงที่ต่อแห่ง

ตารางที่ 20 ค่าราคาต่อหน่วย (U) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (U) (บาท/หน่วย)
ผิวจราจร	กม.	651,386.14
ผิวจราจร: งานอุดรอยแตก	กม.	6,239.11
ผิวจราจร: งานฉาบ	กม.	16,843.39
ผิวจราจร: งานปรับระดับ	กม.	184,632.34
ผิวจราจร: งานปะซ่อม	กม.	206,138.64
ผิวจราจร: งานขุดซ่อม	กม.	106,361.81
ผิวจราจร: งานปาดแต่ง	กม.	67,547.00
ผิวจราจร: งานซ่อมวัสดุรอยต่อ	กม.	929.75
ผิวจราจร: งานอุดเชื่อมรอยแตก	กม.	775.77
ผิวจราจร: งานปรับระดับคอนกรีต	กม.	2,740.91
ผิวจราจร: งานซ่อมคอนกรีต	กม.	59,177.43

ตารางที่ 20 ค่าราคาต่อหน่วย (U) ของแต่ละรายการทรัพย์สิน (ต่อ)

รายการ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (U) (บาท/หน่วย)
สะพานที่เชื่อมกับถนน	แห่ง	1,500.00
งานตัดหญ้า	ตร.ม.	0.39
ท่อระบายน้ำ	แห่ง	609.56
รางระบายน้ำ	ม.	13.92
ราวกันอันตราย	ม.	52.56
เครื่องหมายนำทาง	อัน	148.62
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น	200.00
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งคู่	ต้น	400.00
ไฟฟ้าแสงสว่าง Hi-mast	ต้น	2,000.00
เกาะกลางถนน	ตร.ม.	0.39
ทางเท้า	ตร.ม.	18.94
ทางจักรยาน	กม.	18.94
อุโมงค์/ทางลอด	แห่ง	5,735.11
กำแพงกันดิน	ตร.ม.	301.33
กำแพงกันเสียง	แผ่น	148.62
แผงบังแสง	แห่ง	148.62
สัญญาณไฟจราจร	แห่ง	7,000.00
ป้ายจราจร	แห่ง	1,043.81
สะพานลอยคนข้าม	แห่ง	170.06
ทางเชื่อม	แห่ง	18.94
เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	ตร.ม.	102.81
ศาลาทางหลวง	แห่ง	424.67

หมายเหตุ: ประเด็นเรื่องคำจำกัดความรหัสงานที่คลุมเครือจนทำให้ราคาต่อหน่วยคลาดเคลื่อน เป็นข้อจำกัดที่งานศึกษาปี พ.ศ. 2554 ระบุไว้ตั้งแต่ต้น และยังคงเป็นประเด็นที่ต้องเฝ้าระวังจนถึงปัจจุบัน ความเห็นจากผู้ปฏิบัติงานยังชี้เพิ่มเติมว่า การใช้วัสดุจากส่วนอื่นมาทดแทนโดยไม่ลงรหัสงานให้ตรง ทำให้ราคาต่อหน่วยที่บันทึกในฐานข้อมูลต่ำกว่าความเป็นจริง

4.4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U')

เป็นตัวแปรที่กำหนดการเปรียบเทียบภาระงานระหว่างทรัพย์สินชนิดต่าง ๆ โดยกำหนดเป็นสัดส่วนมูลค่างานบำรุงเทียบกับทรัพย์สินที่มีราคาต่อหน่วยต่ำที่สุด (U_min) ดังสมการที่ 23

$$U' = \frac{\text{ราคาต่อหน่วย}}{\text{ราคาต่อหน่วยต่ำสุดในรายการทั้งหมด}} \quad (23)$$

เป็นแนวคิดเดียวกับ "ถนนอ้างอิง" ของงานศึกษาปี พ.ศ. 2554 ที่กำหนดถนนขนาดมาตรฐาน 2 ช่องจราจรความยาว 1 กิโลเมตรเป็นหน่วยเทียบกลาง และเป็นแนวคิดเดียวกับ "อัตราค่าบำรุงทางมาตรฐาน" เช่นเดียวกับการกำหนดค่า K ในระยะการพัฒนาที่ 1 ต่างกันที่ปัจจุบันฐานเทียบเป็นมูลค่าราคาต่อหน่วยที่ต่ำที่สุด

โดยชุดการคำนวณในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2569 กำหนดให้งานตัดหญ้ามีราคาต่อหน่วยที่ต่ำที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.39 บาทต่อตารางเมตร กล่าวคือ U_min = 0.39 จะสามารถแสดงค่า U' ของรายการต่าง ๆ ได้ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U') ของแต่ละรายการทรัพย์สิน

รายการ	หน่วย	สัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U')
ผิวจราจร	กม.	1,670,220.87
ผิวจราจร: งานอุดรอยแตก	กม.	15,997.72
ผิวจราจร: งานฉาบ	กม.	43,188.18
ผิวจราจร: งานปรับระดับ	กม.	473,416.26
ผิวจราจร: งานปะซ่อม	กม.	528,560.62
ผิวจราจร: งานขุดซ่อม	กม.	272,722.59
ผิวจราจร: งานปาดแต่ง	กม.	173,197.44
ผิวจราจร: งานซ่อมวัสดุรอยต่อ	กม.	2,383.97
ผิวจราจร: งานอุดเชื่อมรอยแตก	กม.	1,989.15
ผิวจราจร: งานปรับระดับคอนกรีต	กม.	7,027.97
ผิวจราจร: งานซ่อมคอนกรีต	กม.	151,737.00
สะพานที่เชื่อมกับถนน	แห่ง	3,846.15
งานตัดหญ้า	ตร.ม.	1.00
ท่อระบายน้ำ	แห่ง	1,562.97
รางระบายน้ำ	ม.	35.69
ราวกันอันตราย	ม.	134.77
เครื่องหมายนำทาง	อัน	381.08

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U') ของแต่ละรายการทรัพย์สิน (ต่อ)

รายการ	หน่วย	สัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U')
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น	512.82
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งคู่	ต้น	1,025.64
ไฟฟ้าแสงสว่าง Hi-mast	ต้น	5,128.21
เกาะกลางถนน	ตร.ม.	1.00
ทางเท้า	ตร.ม.	48.56
ทางจักรยาน	กม.	48.56
อุโมงค์/ทางลอด	แห่ง	14,705.41
กำแพงกันดิน	ตร.ม.	772.64
กำแพงกันเสียง	แผ่น	381.08
แผงบังแสง	แห่ง	381.08
สัญญาณไฟจราจร	แห่ง	17,948.72
ป้ายจราจร	แห่ง	2,676.44
สะพานลอยคนข้าม	แห่ง	436.05
ทางเชื่อม	แห่ง	48.56
เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	ตร.ม.	263.62
ศาลาทางหลวง	แห่ง	1,088.90

หมายเหตุ: งานตัดหญ้าและเกาะกลางถนน เป็นงานที่มีค่าราคาต่อหน่วย (Unit Cost: U) ต่ำที่สุด จึงกำหนดค่า สัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (Relative Unit Cost: U') เท่ากับ 1.00

4.5 ปัจจัยปริมาณจราจร

ปัจจัยปริมาณจราจร คือตัวคูณที่สะท้อนว่าสายทางที่มีปริมาณจราจรสูงมีการเสื่อมสภาพเร็วกว่าจึงมีปริมาณงานบำรุงผิวทางมากกว่าเมื่อเทียบที่ระยะทางเท่ากัน เป็นตัวแปรที่ปรากฏในทุกระยะของการคิดปริมาณงาน ในเอกสารทางวิชาการงานบำรุงรักษาทางหลวง คู่มือการคิดค่าปริมาณงานและงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2538 เป็นตัวแปร X_3 ของผิวทางแอสฟัลต์ ตัวแปร A_1 ของผิวทางลูกรัง และตัวแปร Z_3 ของผิวทางคอนกรีต ในงานศึกษาปี พ.ศ. 2554 เป็นหนึ่งใน 39 ตัวแปรของสมการถดถอย และในแนวทางการจัดสรรงบประมาณงานบำรุงปกติสำหรับปีงบประมาณ 2569

4.5.1 สมการการเสื่อมสภาพผิวทาง

แบบจำลองการเสื่อมสภาพผิวทาง (HDM-4) อธิบายอัตราการเพิ่มขึ้นของความขรุขระผิวทางในรูปผลรวมขององค์ประกอบหลายส่วน โดยมีรูปทั่วไปดังสมการ

$$\Delta IRI = Kgp \times [\Delta RIs + \Delta RIc + \Delta RIr + \Delta RIt] + Kgm \times m \times RI \quad (24)$$

โดยที่

Kgp	คือ ค่าคงที่ในการสอบเทียบกับข้อมูล IRI จริงของกรมทางหลวง
ΔRIs	คือ การเสื่อมสภาพเชิงโครงสร้าง แปรผันตรงกับปริมาณเพลามาตรฐานสะสม ซึ่งเป็นฟังก์ชันโดยตรงของปริมาณจราจร
ΔRIc	คือ การเสื่อมสภาพจากรอยแตก ขึ้นกับปริมาณจราจรบางส่วนและอายุผิวทาง
ΔRIr	คือ การเสื่อมสภาพจากร่องล้อ ขึ้นกับปริมาณจราจรและน้ำหนักบรรทุก
ΔRIt	คือ การเสื่อมสภาพจากหลุมบ่อและการซ่อมเฉพาะจุด ขึ้นกับปริมาณจราจรและสภาพเดิม
Kgm × m × RI	คือ การเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อม ไม่ขึ้นกับปริมาณจราจร เป็นส่วนฐานที่ทุกสายทางได้รับเท่ากัน

ข้อสรุปเชิงโครงสร้างที่สำคัญคือ**การเสื่อมสภาพประกอบด้วยส่วนที่แปรตามปริมาณจราจรบวกกับส่วนฐานที่ไม่ขึ้นกับปริมาณจราจร**โครงสร้างนี้พยากรณ์รูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังสมการ

$$\Delta IRI = a + b \times AADT \quad (25)$$

โดยค่าตัดแกน a คือองค์ประกอบสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นแม้ไม่มีรถวิ่ง และความชัน b คือส่วนที่เกิดจากภาระจราจร สอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมทางที่ว่าความเสียหายเชิงโครงสร้างแปรตามน้ำหนักเพลา

4.5.2 การประมาณค่าสมการจากข้อมูลจริง

ตารางที่ 22 ชุดข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการประมาณค่าสมการ

รายการ	ค่า
จำนวนช่วงถนนที่วิเคราะห์	11,811 ช่วง
ระยะทางรวม	80,053.3 กิโลเมตร-ทิศทาง
ช่วงปีที่วิเคราะห์	10 ปี
จำนวนคู่ปีต่อเนื่องที่ใช้คำนวณอัตราการเสื่อมสภาพ	106,983 คู่ปี
ค่าเฉลี่ยของอัตราการเสื่อมสภาพ	0.067 เมตรต่อกิโลเมตรต่อปี
ค่ามัธยฐานของอัตราการเสื่อมสภาพ	0.043 เมตรต่อกิโลเมตรต่อปี
ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระยะทางของอัตราการเสื่อมสภาพ	0.0697 เมตรต่อกิโลเมตรต่อปี
ปริมาณจราจรเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักระยะทางของโครงข่าย	14,679 คันต่อวัน
ความสัมพันธ์เชิงอันดับระหว่างอัตราการเสื่อมสภาพกับปริมาณจราจร	0.47

หมายเหตุ: อ้างอิงข้อมูลจากระบบบริหารงานบำรุงทาง (TPMS)

การคำนวณอัตราการเสื่อมสภาพรายปีของแต่ละช่วงถนนทำได้โดยหาผลต่างของค่าความขรุขระระหว่างปีที่ติดกัน ดังสมการ

dIRI (ปี y ถึง y+1) = (ค่าความขรุขระกรณีไม่ซ่อม ณ ปี y+1) – (ค่าความขรุขระหลังดำเนินการ ณ ปี y) **(26)**

ผลการตรวจสอบคุณภาพข้อมูลพบว่าไม่มีค่าติดลบ ซึ่งเป็นไปตามที่คาดสำหรับกรณีไม่มีการซ่อมบำรุง จากนั้นเฉลี่ยค่าของแต่ละช่วงถนนข้ามปีเพื่อใช้เป็นตัวแทนอัตราการเสื่อมสภาพของช่วงถนนนั้น โดยมีการทดสอบสามรูปแบบสมการ แล้วเลือกรูปแบบที่ให้ผลดีที่สุดทั้งเชิงสถิติและเชิงทฤษฎี ดังตารางที่ 23

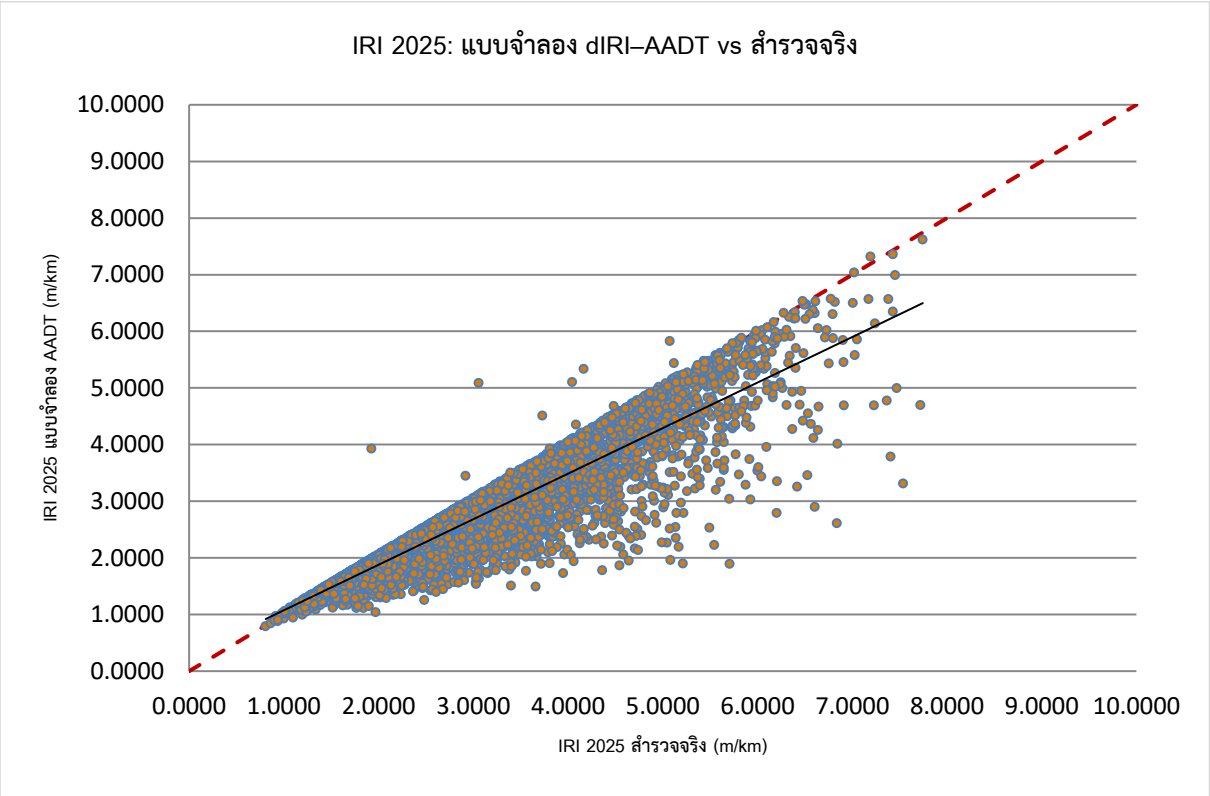
ตารางที่ 23 การเปรียบเทียบรูปแบบสมการที่ทดสอบ

รูปแบบ	สมการที่ประมาณได้	ค่า R^2	การประเมิน
เชิงเส้น	$dIRI = 0.03266 + 1.985 \times 10^{-6} \times AADT$	0.8556	ให้ค่าสูงสุด และตรงกับโครงสร้างทางทฤษฎี
กึ่งลอการิทึม	$dIRI = -0.2376 + 0.0326 \times \ln(AADT)$	0.163	ให้ค่าต่ำกว่า และให้ค่าติดลบเมื่อปริมาณจราจรน้อยมาก
กำลัง	$dIRI = 0.00073 \times AADT^{0.435}$	0.149	ให้ค่าต่ำสุด และตีความสัมประสิทธิ์ได้ยากกว่า

ผลคือ เลือกรูปแบบเชิงเส้นเป็นหลัก ด้วยเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

1. ให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงที่สุด
2. รูปแบบตรงกับโครงสร้างของสมการการเสื่อมสภาพ
3. ตีความทางวิศวกรรมได้โดยตรง กล่าวคือ ค่าตัดแกน 0.03266 คือการเสื่อมสภาพจากสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นแม้ไม่มีรถวิ่ง ส่วนความชัน 1.985×10^{-6} คือส่วนที่เกิดจากภาระจราจร

ที่ปริมาณจราจรเฉลี่ยของโครงข่าย องค์ประกอบจราจรคิดเป็นประมาณร้อยละ 47 ของการเสื่อมสภาพรวม ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สมเหตุสมผลเชิงวิศวกรรม



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า IRI จากแบบจำลอง และค่า IRI จริง

4.5.3 การแปลงเป็นปัจจัย

ปัจจัยปริมาณจราจรนิยามเป็นอัตราส่วนของอัตราการเสื่อมสภาพ ณ ปริมาณจราจรที่พิจารณา ต่ออัตราการเสื่อมสภาพ ณ ปริมาณจราจรเฉลี่ยของโครงข่าย ดังสมการ

$$F(AADT) = \frac{\mathbf{a} + (\mathbf{b} \times \mathbf{AADT})}{\mathbf{a} + (\mathbf{b} \times \mathbf{AADT_{ref}})} \quad (27)$$

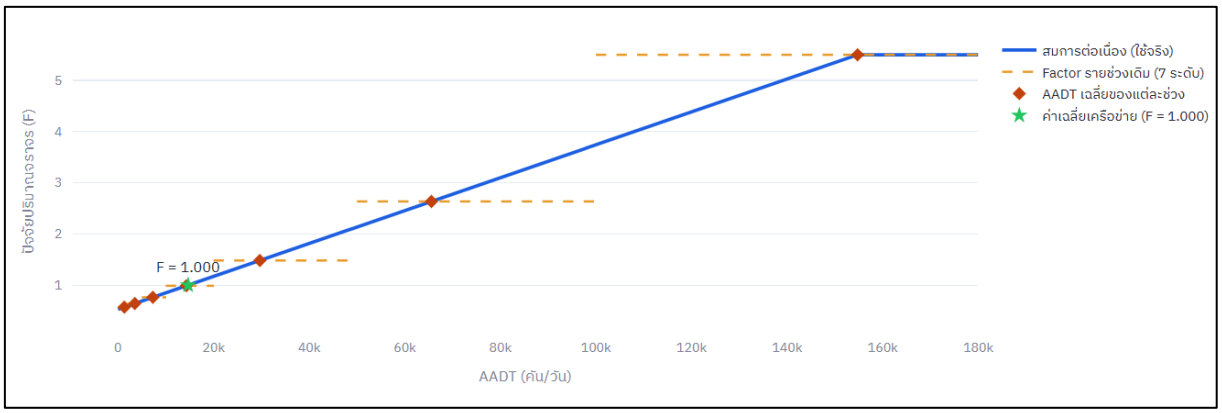
เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์และค่าปริมาณจราจรอ้างอิงของโครงข่าย จะได้ตัวส่วนดังนี้

$$a + b \times AADT_ref = 0.03266 + 1.985 \times 10^{-6} \times 14{,}679$$

$$= 0.0617978$$

หารทั้งเศษด้วยค่านี้จึงได้สมการรูปย่อที่ใช้คำนวณจริง ดังสมการ

$$F(AADT) = 0.528498 + 3.212084 \times 10^{-5} \times AADT \quad (28)$$



รูปที่ 7 ปัจจัยปริมาณจราจรเป็นฟังก์ชันต่อเนื่องของปริมาณจราจร

4.6 ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก

การจำแนกพื้นที่ฝนตกชุกอ้างอิงหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลางด้านการคำนวณราคากลางงานก่อสร้างตามประกาศ กค 0421.5/ว195 ลงวันที่ 16 พฤษภาคม 2559 เรื่อง “การประกาศอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง” และรายละเอียดในหนังสือฉบับเดียวกันนี้ มีการแจ้งเปลี่ยนแปลงจังหวัดพื้นที่ฝนตกชุกออกเป็น 2 กลุ่ม ดัง ตารางที่ 24

โดยในพื้นที่ก่อสร้างงานก่อสร้างทางที่มีฝนตกชุกหรือระยะเวลาช่วงฤดูฝนยาวนานกว่าพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งกำหนดโดยปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อปีมีปริมาณตั้งแต่ 1,600 มิลลิเมตรขึ้นไป จะเป็นอุปสรรคต่อการดำเนินงานก่อสร้างมากกว่าพื้นที่ปกติ ดังนั้น ในพื้นที่ฝนตกชุก ระยะเวลาในการก่อสร้างต่อปีจะมีน้อยกว่าพื้นที่ปกติ เป็นผลทำให้ผลงานก่อสร้างและมูลค่างานที่ได้รับจากการก่อสร้างน้อยกว่าพื้นที่ปกติ ซึ่งเมื่อคำนวณเปรียบเทียบสัดส่วนค่าใช้จ่ายต่อมูลค่างานที่ได้ จะพบว่าในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกหรือระยะเวลาช่วงฤดูฝนยาวนานกว่าพื้นที่ปกติ จะมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าพื้นที่ปกติ

ดังนั้น อัตราความเสี่ยงและปริมาณงานของงานท่อระบายน้ำ และพื้นที่ตัดหญ้าในพื้นที่ฝนตกชุกหรือระยะเวลาช่วงฤดูฝนยาวนานกว่าพื้นที่อื่นย่อมสูงกว่าพื้นที่ปกติ จึงจำเป็นต้องกำหนดเพิ่มเติมค่าปริมาณงานในรายการข้างต้นที่เกี่ยวข้องสำหรับการกำหนดจังหวัดที่อยู่ในพื้นที่ฝนตกชุก

ตารางที่ 24 การกำหนดกลุ่มพื้นที่ฝนตกชุกตามหลักเกณฑ์ของกรมบัญชีกลาง ตามประกาศ กค 0421.5/ว195 ลงวันที่ 16 พฤษภาคม 2559

พื้นที่ฝนตกชุกระดับที่ 1	พื้นที่ฝนตกชุกระดับที่ 2
แขวงทางหลวงกระบี่	แขวงทางหลวงตราด
แขวงทางหลวงกรุงเทพมหานคร	แขวงทางหลวงนครพนม
แขวงทางหลวงจันทบุรี	แขวงทางหลวงนครศรีธรรมราชที่ 1
แขวงทางหลวงชุมพร	แขวงทางหลวงนครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)
แขวงทางหลวงตรัง	แขวงทางหลวงนราธิวาส
แขวงทางหลวงธนบุรี	แขวงทางหลวงบึงกาฬ
แขวงทางหลวงนครนายก	แขวงทางหลวงพังงา
แขวงทางหลวงปราจีนบุรี	แขวงทางหลวงระนอง
แขวงทางหลวงพัทลุง	แขวงทางหลวงสงขลาที่ 1
แขวงทางหลวงภูเก็ต	แขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม)
แขวงทางหลวงยะลา	
แขวงทางหลวงสกลนครที่ 1	
แขวงทางหลวงสกลนครที่ 2 (สว่างแดนดิน)	
แขวงทางหลวงสตูล	
แขวงทางหลวงหนองคาย	
แขวงทางหลวงเชียงรายที่ 1	
แขวงทางหลวงเชียงรายที่ 2	
แขวงทางหลวงปัตตานี	



รูปที่ 8 การกำหนดพื้นที่ฝนตกชุกตามประกาศของกรมบัญชีกลาง

4.6.1 ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้

ที่มาของค่าตัวคูณอ้างอิง ดังตารางที่ 25 สมมติฐานจากจำนวนวันทำงานต่อปีที่ใช้ในการคำนวณราคากลางงานก่อสร้าง ซึ่งระบุว่าในพื้นที่ปกติสามารถทำงานได้ประมาณ 300 วันต่อปี ส่วนพื้นที่ฝนตกชุกทำงานได้ประมาณ 250 ถึง 270 วันต่อปี

ตารางที่ 25 การแปลงสมมติฐานจำนวนวันทำงานเป็นค่าตัวคูณ

กลุ่มพื้นที่	จำนวนวันทำงานต่อปี	อัตราส่วนเทียบพื้นที่ปกติ	ค่าตัวคูณ
พื้นที่ปกติ	ประมาณ 300 วัน	300 / 300 = 1.00	1.00
ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1	ประมาณ 270 วัน	300 / 270 = 1.11	1.11
ฝนตกชุกกลุ่มที่ 2	ประมาณ 250 วัน	300 / 250 = 1.20	1.20

4.6.2 รายการที่ถูกคูณด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก

การเลือกรายการที่ถูกคูณต้องมีเหตุผลเชิงกลไก คือต้องอธิบายได้ว่าฝนทำให้ปริมาณงานของรายการนั้นเพิ่มขึ้นอย่างไร ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 รายการที่ควรถูกคูณด้วยปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุกและเหตุผลเชิงกลไก

รายการ	กลไกที่ทำให้ปริมาณงานเพิ่ม	ความเห็นจากผู้ปฏิบัติงานที่สนับสนุน
งานตัดหญ้า	ฝนเร่งการเติบโตของหญ้า ทำให้ต้องตัดบ่อยขึ้น	ระบุว่าพื้นที่ฝนตกชุกส่งผลต่องานตัดหญ้าโดยตรง
ท่อระบายน้ำ	ปริมาณน้ำหลากพัดพาตะกอนและขยะเข้าสู่ระบบมากขึ้น ทำให้ต้องลอกท่อบ่อยขึ้น	ระบุว่าพื้นที่เขามีปัญหาดินอุดตัน และเขตเมืองมีดินปูน และขยะสะสม
รางระบายน้ำ	น้ำฝนพัดพาตะกอน ดินและเศษวัสดุลงรางระบายน้ำมากขึ้น ทำให้ต้องขุดลอกและทำความสะอาดบ่อยขึ้น	ระบุว่าพื้นที่ฝนตกชุกส่งผลต่องานระบายน้ำเช่นเดียวกับท่อระบายน้ำ

4.7 ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง

ความเห็นจากผู้ปฏิบัติงานชี้ตรงกันหลายประเด็นว่า การทำงานในเขตเมืองมีต้นทุนสูงกว่าและทำได้ช้ากว่า ดังนี้

- การลอกท่อระบายน้ำในเขตเมืองทำได้ยากกว่า เพราะมีดิน ปูน และขยะสะสม ประกอบกับพื้นที่แคบ
- พื้นที่ที่มีปริมาณจราจรสูงก่อให้เกิดปริมาณงานที่ดำเนินการได้ลดลง เพราะช่วงเวลาที่ปิดช่องจราจรเข้าทำงานได้มีจำกัด
- เมื่อเขตเมืองเติบโต จะมีค่าการบำรุงไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น
- พื้นที่สองข้างทางในเขตเมืองมีประเด็นเรื่องการระบายน้ำ ป้ายจราจร ความปลอดภัย และความสวยงาม รวมทั้งภาระการให้บริการประชาชนที่มากกว่า

4.7.1 เกณฑ์การจำแนกระดับความหนาแน่นของประชากร

หลักเกณฑ์การจำแนกขึ้นอยู่กับความหนาแน่นประชากรของพื้นที่ที่แขวงทางหลวงรับผิดชอบ ซึ่งนับรวมประชากรที่เข้ามาใช้พื้นที่จริง และประชากรตามทะเบียนราษฎร ดังสมการที่ 29

$$\text{ความหนาแน่นประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎร} + \text{จำนวนประชากรแฝง}}{\text{พื้นที่}} \quad (29)$$

โดยมีปัจจัยสนับสนุน 3 ด้าน คือ

1. สิ่งที่ทำให้งานบำรุงในเขตเมืองยากขึ้น ได้แก่ การจราจรติดขัด ข้อจำกัดด้านเวลาเข้าทำงาน ปริมาณขยะและตะกอนในระบบระบายน้ำ และภาระการให้บริการประชาชน ล้วนเป็นผลของจำนวนคนที่ใช้พื้นที่
2. ประชากรแฝงสะท้อนพื้นที่ศูนย์กลางเศรษฐกิจที่มีคนเข้ามาทำงานจำนวนมาก ซึ่งประชากรตามทะเบียนราษฎรเพียงอย่างเดียวมองไม่เห็น
3. ข้อมูลชุดนี้มาจากหน่วยงานกลาง ตรวจสอบย้อนกลับได้ และไม่ต้องอาศัยการจำแนกเชิงคุณภาพของผู้จัดทำการคำนวณปริมาณงาน

ตารางที่ 27 เกณฑ์การจำแนกกลุ่มความหนาแน่นและจำนวนหน่วยงาน

กลุ่ม	ความหนาแน่นประชากรเชิงหน้าที่ (คนต่อตารางกิโลเมตร)	จำนวนแขวงทางหลวง	ลักษณะทั่วไป
ความหนาแน่น 1	ต่ำกว่า 126	52	พื้นที่ชนบทและเมืองขนาดเล็ก
ความหนาแน่น 2	126 ถึงต่ำกว่า 1,315	47	เมืองศูนย์กลางจังหวัดและพื้นที่กึ่งเมือง
ความหนาแน่น 3	ตั้งแต่ 1,315 ขึ้นไป	5	เมืองใหญ่ที่มีประชากรหนาแน่นสูงสุด

ตารางที่ 28 การกำหนดกลุ่มพื้นที่เขตเมืองตามความหนาแน่นประชากร

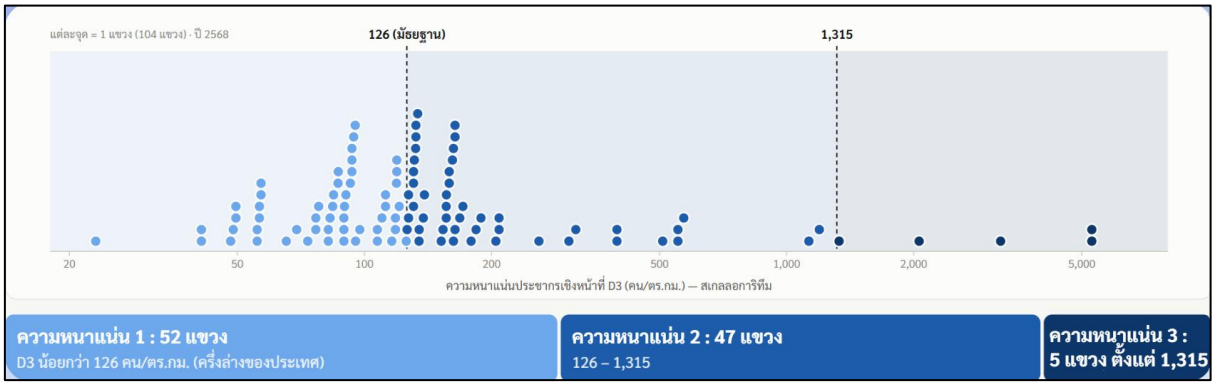
พื้นที่ความหนาแน่นระดับที่ 2	พื้นที่ความหนาแน่นระดับที่ 3
แขวงทางหลวงภูเก็ต	แขวงทางหลวงธนบุรี
แขวงทางหลวงนครปฐม	แขวงทางหลวงกรุงเทพ
แขวงทางหลวงชลบุรีที่ 2	แขวงทางหลวงปทุมธานี
แขวงทางหลวงชลบุรีที่ 1	แขวงทางหลวงนนทบุรี
แขวงทางหลวงสมุทรสงคราม	แขวงทางหลวงสมุทรปราการ
แขวงทางหลวงปัตตานี	แขวงทางหลวงสมุทรสาคร
แขวงทางหลวงอยุธยา	
แขวงทางหลวงระยอง	
แขวงทางหลวงอ่างทอง	
แขวงทางหลวงสิงห์บุรี	
แขวงทางหลวงสงขลาที่ 2 (นาหม่อม)	
แขวงทางหลวงสงขลาที่ 1	
แขวงทางหลวงสระบุรี	
แขวงทางหลวงนราธิวาส	
แขวงทางหลวงราชบุรี	
แขวงทางหลวงมหาสารคาม	
แขวงทางหลวงหนองคาย	

ตารางที่ 28 การกำหนดกลุ่มพื้นที่เขตเมืองตามความหนาแน่นประชากร (ต่อ)

พื้นที่ความหนาแน่นระดับที่ 2	พื้นที่ความหนาแน่นระดับที่ 3
แขวงทางหลวงสุรินทร์	
แขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 1	
แขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 2 (ชุมแพ)	
แขวงทางหลวงขอนแก่นที่ 3 (บ้านไผ่)	
แขวงทางหลวงศรีสะเกษที่ 2	
แขวงทางหลวงศรีสะเกษที่ 1	
แขวงทางหลวงฉะเชิงเทรา	
แขวงทางหลวงนครศรีธรรมราชที่ 2 (ทุ่งสง)	
แขวงทางหลวงนครศรีธรรมราชที่ 1	
แขวงทางหลวงพัทลุง	
แขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 1	
แขวงทางหลวงสุพรรณบุรีที่ 2 (อู่ทอง)	
แขวงทางหลวงร้อยเอ็ด	
แขวงทางหลวงบุรีรัมย์	
แขวงทางหลวงกาฬสินธุ์	
แขวงทางหลวงชัยนาท	
แขวงทางหลวงสตูล	
แขวงทางหลวงนครนายก	
แขวงทางหลวงตรัง	
แขวงทางหลวงอุดรธานีที่ 1	
แขวงทางหลวงอุดรธานีที่ 2 (หนองหาน)	
แขวงทางหลวงหนองบัวลำภู	
แขวงทางหลวงนครพนม	
แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 1	
แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 2	
แขวงทางหลวงนครราชสีมาที่ 3	
แขวงทางหลวงลพบุรีที่ 1	
แขวงทางหลวงลพบุรีที่ 2 (ลำนารายณ์)	
แขวงทางหลวงยโสธร	

หมายเหตุ : รายชื่อแขวงทางหลวงที่นอกเหนือจากนี้ กำหนดให้เป็นกลุ่มความหนาแน่นระดับที่ 1

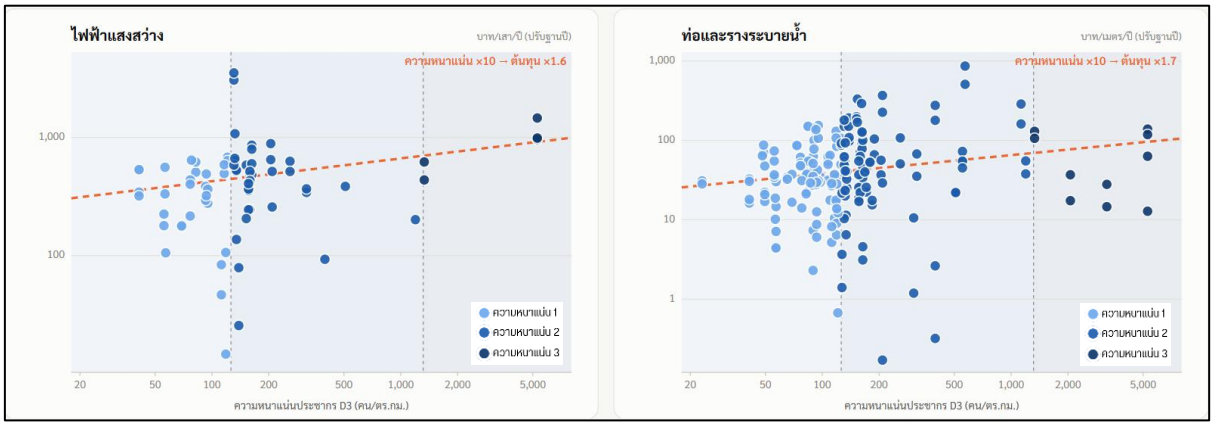
หลักการ คือ ค่าแบ่งกลุ่มที่ 1 คือมัธยฐานของความหนาแน่นประชากรทั้ง 104 แขวงทางหลวง ส่วนค่าแบ่งกลุ่มที่ 2 อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ซึ่งเป็นจุดที่แยกกลุ่มหน่วยงานในเมืองใหญ่ที่มีประชากรหนาแน่นสูงสุดของประเทศออกมาได้พอดี แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การแบ่งช่วงระดับความหนาแน่นประชากรเชิงหน้าที่

4.7.2 ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้

การแปลงผลวิเคราะห์เป็นค่าตัวคูณใช้ "ดัชนีต้นทุน" ของแต่ละแขวงทางหลวง คือ งบประมาณบำรุงปกติที่ใช้จ่ายจริงในรหัสงานนั้นต่อหน่วยทรัพย์สินที่ดูแล (บาทต่อต้นสำหรับงานไฟฟ้าแสงสว่าง รหัสงาน 21431 และบาทต่อแห่งหรือเมตรสำหรับงานท่อและรางระบายน้ำ รหัสงาน 21311 และ 21312) หารด้วยมัธยฐานของประเทศในปีเดียวกัน แล้วเปรียบเทียบมัธยฐานของดัชนีระหว่างกลุ่มความหนาแน่น 2 และ 3 กับกลุ่มความหนาแน่น 1 ของปีงบประมาณ 2567 และ 2568 ซึ่งมีผลการใช้จ่ายจริงครบถ้วนแสดงดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงอัตราการใช้งบประมาณเทียบกับความหนาแน่นประชากร

ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้คือค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของดัชนีสองแบบ (แบบ B งบต่อทรัพย์สิน และแบบ C ซึ่งตัดผลของขนาดงบประมาณรวมของแขวงทางหลวงออก) แล้วปัดลง เพราะกลุ่มที่มีหน่วยงานน้อยจะมีความผันผวนระหว่างปีสูง การปัดขึ้นจึงมีความเสี่ยงที่จะขยายผลของปีผิดปกติ ผลการวิเคราะห์สรุปดังตารางที่ 29 และได้ค่าตัวคูณของปัจจัยพื้นที่เขตเมืองดังตารางที่ 30

ตารางที่ 29 ผลวิเคราะห์ดัชนีต้นทุนจริงเทียบกลุ่มความหนาแน่น 1

กลุ่มงาน	กลุ่มความหนาแน่น	ดัชนีแบบ B (มัธยฐาน)	ช่วงเชื่อมั่น 95% ของแบบ B	ดัชนีแบบ C (มัธยฐาน)	ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต B และ C	จำนวนปีที่ดัชนี > 1.00	ค่าตัวคูณที่กำหนดใช้
ไฟฟ้าแสงสว่าง	ความหนาแน่น 2	1.45	0.96 – 1.87	1.07	1.25	3 / 3	1.20
ไฟฟ้าแสงสว่าง	ความหนาแน่น 3	2.72	1.20 – 4.31	1.10	1.73	3 / 3	1.60
ท่อและรางระบายน้ำ	ความหนาแน่น 2	1.51	1.10 – 1.86	1.25	1.37	3 / 3	1.25
ท่อและรางระบายน้ำ	ความหนาแน่น 3	1.46	0.50 – 3.64	1.03	1.23	2 / 3	1.25

หมายเหตุ ดัชนีทุกค่าเทียบกับกลุ่มความหนาแน่น 1 ของปีเดียวกัน (= 1.00) ช่วงเชื่อมั่นคำนวณด้วยวิธี bootstrap

ตารางที่ 30 ค่าตัวคูณของปัจจัยพื้นที่เขตเมือง

กลุ่มความหนาแน่น	งานไฟฟ้าแสงสว่าง	งานท่อและรางระบายน้ำ
ความหนาแน่น 1	1.00	1.00
ความหนาแน่น 2	1.20	1.25
ความหนาแน่น 3	1.60	1.25

4.8 ค่าปริมาณงาน (Workload: K)

4.8.1 แนวคิด

เนื่องจากดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) ซึ่งแสดงผลในรูปแบบหน่วย มีค่าตัวเลขค่อนข้างสูงในระดับล้านหน่วยต่อตอนควบคุมจึงมีข้อจำกัดในการสื่อสารให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจและเปรียบเทียบระดับปริมาณงานบำรุงรักษาระหว่างสายทางได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ กรมทางหลวงได้ใช้ค่า K สายทางมาอย่างต่อเนื่อง ดังรายละเอียดที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3 โดยผู้ปฏิบัติงานมีความคุ้นเคยกับหลักการที่ว่า ค่าปริมาณงานของสายทางเท่ากับค่า K สายทางคูณด้วยระยะทาง กล่าวคือ ค่า K เป็นค่าที่สะท้อนระดับของปริมาณงานบำรุงรักษาต่อกิโลเมตรของสายทางนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับถนนมาตรฐาน ดังนั้น สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวงจึงมีความประสงค์ให้ผลการคำนวณปริมาณงานตามแนวทางใหม่สามารถแสดงผลในรูปแบบค่า K สายทาง โดยยังคงความหมายและหลักการตีความให้สอดคล้องกับแนวทางเดิมที่ผู้ปฏิบัติงานมีความคุ้นเคย

แนวคิดที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ การเปรียบเทียบอัตราปริมาณงานต่อกิโลเมตรของแต่ละสายทางกับอัตราปริมาณงานของ “สายทางอ้างอิง” ซึ่งกำหนดขึ้นจากลักษณะทางกายภาพที่พบโดยทั่วไปในโครงข่ายทางหลวงของกรมทางหลวง โดยผลการคำนวณอัตราปริมาณงานของสายทางอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 104,463 หน่วยต่อกิโลเมตร และกำหนดให้ใช้***อัตราปริมาณงานอ้างอิงเป็นค่าคงที่เท่ากับ 110,000 หน่วยต่อกิโลเมตร*** เพื่อใช้เป็นฐานในการเปรียบเทียบและแปลงผลการคำนวณปริมาณงานให้อยู่ในรูปแบบค่า K สายทาง ทั้งนี้ การพิจารณาเลือกใช้สายทางอ้างอิงที่กำหนดจากลักษณะทางกายภาพแทนการใช้ค่าสถิติของโครงข่าย เช่น ค่าเฉลี่ยหรือค่าต่ำสุดของทุกสายทาง มีเหตุผลสำคัญ 2 ประการ ดังนี้

1) การคงความหมายของค่า K สายทางให้สอดคล้องกับแนวทางเดิม

ค่า K สายทางต่อกิโลเมตรเท่ากับ 1.00 หมายถึง สายทางที่มีลักษณะเป็นถนน 2 ช่องจราจร และมีองค์ประกอบทรัพย์สินพื้นฐานครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด ขณะที่ค่า K สายทางสูงกว่า 1.00 หมายถึง สายทางที่มีจำนวนช่องจราจรมากกว่า มีปริมาณทรัพย์สินทางหลวงสูงกว่า หรือมีสภาพแวดล้อมที่ส่งผลให้การดำเนินงานบำรุงรักษามีความยากลำบากมากกว่าสายทางอ้างอิง

2) การรักษาความคงที่ของฐานเปรียบเทียบและความสามารถในการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี

การกำหนดอัตราปริมาณงานของสายทางอ้างอิงให้เป็นค่าคงที่ ส่งผลให้ค่า K สายทางแต่ละสายไม่เปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของสายทางอื่น เนื่องจากตัวหารที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าที่กำหนดไว้จากนิยามของสายทางอ้างอิง มิใช่ค่าเฉลี่ยของโครงข่ายซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงตามการปรับปรุงข้อมูลของแต่ละหน่วยงาน แนวทางดังกล่าวจึงช่วยให้สามารถเปรียบเทียบค่า K สายทางระหว่างปีได้อย่างมีหลักเกณฑ์เดียวกัน อีกทั้งยังสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงค่า K ของแต่ละหน่วยงานได้อย่างชัดเจนว่าเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณหรือองค์ประกอบทรัพย์สินของสายทางในความรับผิดชอบของหน่วยงานนั้น

ทั้งนี้ แนวคิดการกำหนดสายทางอ้างอิงดังกล่าวเป็นการพัฒนาต่อยอดจากแนวคิด “ถนนอ้างอิง” ตามโครงการศึกษาและพัฒนาระบบบริหารงานบำรุงปกติ ปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์วิจัยการคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์) โดยงานศึกษาดังกล่าวกำหนดให้ถนนที่มีปริมาณทรัพย์สินน้อยที่สุดเป็นฐานในการเปรียบเทียบ อย่างไรก็ตาม แนวทางที่นำมาใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่าง

ในสาระสำคัญ กล่าวคือ เป็นการกำหนดสายทางอ้างอิงจากมาตรฐานการออกแบบของกรมทางหลวงร่วมกับค่ากลางของข้อมูลโครงข่ายทางหลวง และกำหนดอัตราปริมาณงานอ้างอิงให้เป็นค่าคงที่ โดยมิได้อ้างอิงจากถนนสายใดสายหนึ่งที่มีอยู่จริง เพื่อให้ค่า K สายทางมีความเป็นมาตรฐาน

4.8.2 สายทางอ้างอิง

สายทางอ้างอิง หมายถึง สายทางโดยสมมติฐานที่กำหนดขึ้นโดยอาศัยลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบพื้นฐานตามมาตรฐานของกรมทางหลวง แสดงดังรูปที่ 11 เพื่อใช้เป็นฐานเปรียบเทียบหรือตัวหารกลางในการแปลงค่าปริมาณงานบำรุงรักษาของแต่ละสายทางให้อยู่ในรูปแบบค่า K สายทาง โดยค่า K ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าปริมาณงานบำรุงรักษาของสายทางนั้นมีค่าเป็นกี่เท่าของปริมาณงานบำรุงรักษาสายทางมาตรฐานที่มีความยาว 1 กิโลเมตร ทั้งนี้ การกำหนดลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทรัพย์สิน และปริมาณงานของสายทางอ้างอิงต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร พร้อมหลักเกณฑ์และที่มาของข้อมูลที่ใช้ประกอบการกำหนดค่า มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. **ลักษณะทางกายภาพของสายทาง** กำหนดให้เป็นถนนขนาด 2 ช่องจราจร โดยมีความกว้างช่องจราจรช่องละ 3.5 เมตร และไหล่ทางกว้างข้างละ 2.5 เมตร คิดเป็นความกว้างรวมของผิวจราจรและไหล่ทางเท่ากับ 12 เมตร โดยไม่มีเกาะกลางถนน ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาสายทางอ้างอิงที่มีความยาว 1 กิโลเมตร จะมีระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรเท่ากับ 1 กิโลเมตร
2. **ปริมาณจราจรเฉลี่ยรายวันตลอดปี (Annual Average Daily Traffic: AADT)** กำหนดให้มีปริมาณจราจรเท่ากับ 8,000 คันต่อวัน ซึ่งเมื่อนำไปคำนวณปัจจัยปริมาณจราจรสำหรับงานบำรุงรักษาผิวจราจรและสะพาน จะได้ค่าปัจจัยเท่ากับ 0.7855
3. **ป้ายจราจร** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 5.65 แห่งต่อกิโลเมตร โดยอ้างอิงจากค่ามัธยฐานของข้อมูลตอนควบคุมที่มีลักษณะเป็นถนน 2 ช่องจราจร และไม่มีเกาะกลางถนน จำนวน 834 ตอนควบคุม เนื่องจากมาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจรกำหนดหลักเกณฑ์ตามตำแหน่งและความเหมาะสมในการติดตั้ง มิได้กำหนดจำนวนป้ายจราจรต่อระยะทาง 1 กิโลเมตรไว้อย่างชัดเจน จึงพิจารณาใช้ค่ามัธยฐานของข้อมูลโครงข่ายเป็นเกณฑ์ในการกำหนดปริมาณอ้างอิง

4. **เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 310 ตารางเมตรต่อกิโลเมตร โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของเครื่องหมายจราจรบนผิวทาง ได้แก่ เส้นขอบทางทั้ง 2 ด้าน และเส้นแบ่งทิศทางการจราจร ซึ่งมีปริมาณโดยประมาณ 250–310 ตารางเมตรต่อกิโลเมตร ทั้งนี้ ปริมาณที่กำหนดมีความสอดคล้องกับค่ามัธยฐานของข้อมูลโครงข่ายทางหลวง
5. **ท่อระบายน้ำ** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 3 แห่งต่อกิโลเมตร โดยพิจารณาจากลักษณะการระบายน้ำของสายทางในพื้นที่ราบที่มีทางระบายน้ำทั้งสองข้างทางและมีการระบายน้ำผ่านท่อลอดเป็นระยะห่างประมาณ 330 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางสากลที่กำหนดระยะห่างของท่อลอดในช่วงประมาณ 300–500 เมตร ทั้งนี้ ค่ามัธยฐานของปริมาณท่อระบายน้ำจากข้อมูลโครงข่ายทางหลวงเท่ากับ 2.2 แห่งต่อกิโลเมตร
6. **สะพาน** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 0.2 แห่งต่อกิโลเมตร โดยพิจารณาจากสะพานที่มีความยาวไม่เกิน 18 เมตร หรือเทียบเท่ากับการมีสะพานจำนวน 1 แห่ง ในทุกระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร ทั้งนี้ ปริมาณดังกล่าวมีความใกล้เคียงกับค่ามัธยฐานของข้อมูลโครงข่ายทางหลวง ซึ่งเท่ากับ 0.18 แห่งต่อกิโลเมตร
7. **พื้นที่ตัดหญ้า** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 4,000 ตารางเมตรต่อกิโลเมตร โดยคำนวณจากพื้นที่บริเวณข้างทางที่มีความกว้างด้านละ 2 เมตร ทั้งสองข้างทางตลอดระยะทาง 1,000 เมตร คิดเป็นพื้นที่รวม 2 เมตร × 2 ข้าง × 1,000 เมตร เท่ากับ 4,000 ตารางเมตร ทั้งนี้ ปริมาณดังกล่าวมีความสอดคล้องกับค่ามัธยฐานของข้อมูลโครงข่ายทางหลวง ซึ่งเท่ากับ 3,973 ตารางเมตรต่อกิโลเมตร
8. **ไฟฟ้าแสงสว่างชนิดกิ่งเดี่ยว** กำหนดให้มีปริมาณเท่ากับ 30 ต้นต่อกิโลเมตร โดยพิจารณาจากการติดตั้งเสาไฟฟ้าแสงสว่างอย่างต่อเนื่องบริเวณข้างทางด้านใดด้านหนึ่ง มีความสูงของเสาเท่ากับ 9 เมตร และมีระยะห่างระหว่างเสาประมาณ 30 เมตร ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของกรมทางหลวง



รูปที่ 11 ลักษณะองค์ประกอบพื้นฐานของสายทางอ้างอิง

เมื่อนำปริมาณต่อกิโลเมตรข้างต้นมาคูณด้วยค่า MF และ U′ ของชุดค่าตัวแปรปัจจุบันและปัจจัยปริมาณจราจรที่ AADT 8,000 คันต่อวัน จะได้ดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง 104,463 หน่วย ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 การคำนวณดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง 1 กิโลเมตร

รายการ	หน่วย	Q	MF	U (บาท/หน่วย)	U′ = U ÷ 0.39	$F_{ปริมาณจราจร}$	ดัชนีบำรุงปกติ (หน่วย)
ผิวจราจร	กม.	1.00	3.63%	651,386.14	1,676,987.45	0.7855	47,814.9
งานตัดหญ้า	ตร.ม.	4,000.00	800.00%	0.39	1.00	-	32,000.0
ท่อระบายน้ำ	แห่ง	3.00	100.00%	609.56	1,569.31	-	4,707.9
ป้ายจราจร	แห่ง	5.65	31.83%	1,043.81	2,687.28	-	4,832.8
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น	30.00	30.00%	200.00	514.90	-	4,634.1
เครื่องหมายจราจรบนผิวทาง	ตร.ม.	310.00	9.94%	102.81	264.68	-	8,156.0
สะพานที่เชื่อมกับถนน	แห่ง	0.20	300.00%	1,500.00	3,861.74	-	2,317.0
รวมดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง 1 กิโลเมตร							**104,462.7**

เพื่อให้ค่าปริมาณงานของสายทางอ้างอิงเป็นมาตรฐานและสื่อสารได้อย่างถูกต้อง สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง จึงกำหนดให้ใช้ค่าปริมาณงานของสายทางอ้างอิงเท่ากับ 110,000 หน่วย ในการคำนวณค่า K สายทาง ดังสมการ

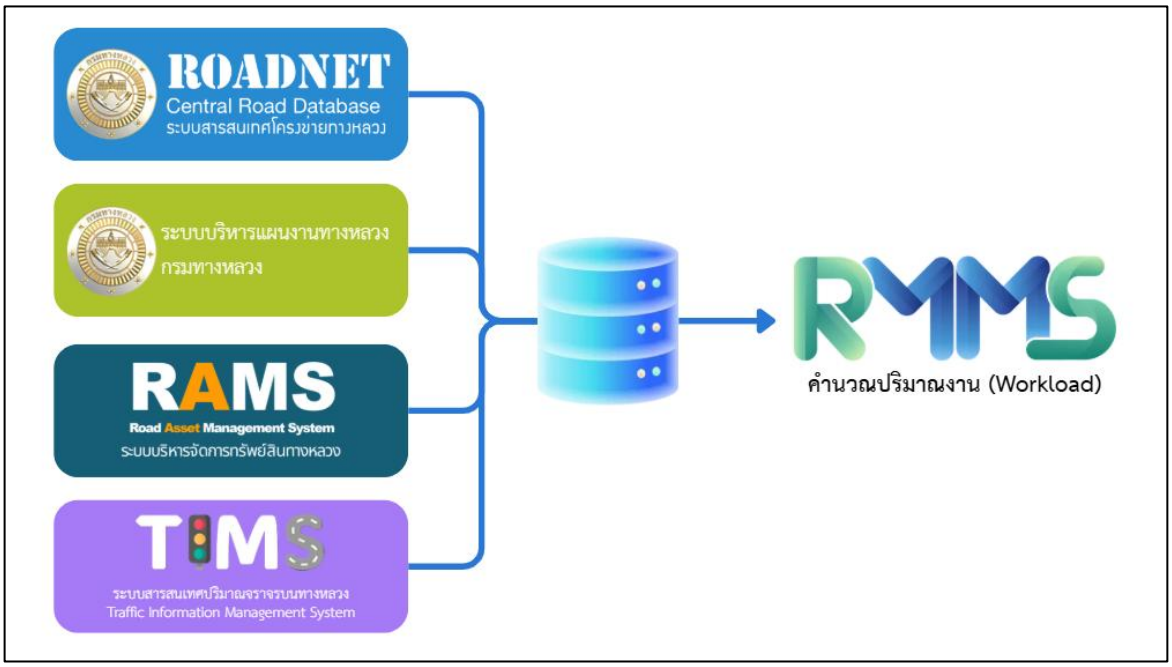
$$\text{K สายทาง} = \frac{\text{ดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R) รายตอนควบคุม}}{110{,}000} \qquad (30)$$

5. แหล่งข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูล

5.1 ระบบต้นทางของข้อมูลสายทางและข้อมูลทรัพย์สิน

ข้อมูลนำเข้าของการคำนวณปริมาณงานมีสองชุดที่เป็นแกนหลัก คือ ข้อมูลสายทาง และข้อมูลทรัพย์สิน เนื่องจากทั้งสองชุดนี้เป็นตัวกำหนดตัวแปร Q ซึ่งเป็นฐานการคำนวณของสมการทั้งหมด โดย

- ข้อมูลสายทาง ใช้ข้อมูลจาก ระบบสารสนเทศโครงข่ายทางหลวง (ROADNET) ครอบคลุมโครงสร้างสายทางและระยะทาง ได้แก่ หมายเลขทางหลวง รหัสตอนควบคุม ชื่อตอน ช่วงหลักกิโลเมตร ระยะทางจริง และระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ทั้งนี้ โครงสร้างรหัสสายทาง และรหัสตอนควบคุมของระบบ ROADNET ยังทำหน้าที่เชื่อมข้อมูลทุกชุดเข้าด้วยกัน กล่าวคือ ชุดข้อมูลใดที่ไม่สามารถจับคู่กับรหัสของระบบ ROADNET ได้จะไม่ถูกนำเข้าสู่การคำนวณ
- ข้อมูลระยะติดค้ำประกันผลงาน ใช้ข้อมูลจากระบบบริหารแผนงานทางหลวง (Plannet)
- ข้อมูลทรัพย์สิน ใช้ข้อมูลจากระบบบริหารจัดการทรัพย์สินทางหลวง (RAMS) ครอบคลุมปริมาณทรัพย์สินทางหลวงทุกประเภทที่นำมาคิดปริมาณงาน โดยแยกตามหมายเลขทางหลวงและตอนควบคุม ซึ่งเป็นระดับข้อมูลเดียวกับข้อมูลสายทาง จึงจับคู่กันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านการกระจายค่า
- ปริมาณจราจร ใช้ข้อมูลจาก ระบบสารสนเทศปริมาณจราจรบนทางหลวง (TIMS) เพื่อการคำนวณปัจจัยปริมาณจราจร



รูปที่ 12 การเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ สำหรับการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

6. ตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณปริมาณงาน (Workload)

6.1 ตัวอย่างการอ่านสมการอย่างง่าย

$$(Workload: K) = \frac{R}{R_{\text{สายทางอ้างอิง}}} \quad (31)$$

$$R = \sum_{i=1}^{n} (Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_i) \quad (32)$$

โดยที่

R คือ ดัชนีบำรุงปกติของสายทางของสายทางหนึ่ง ๆ

$R_{\text{สายทางอ้างอิง}}$ คือ ดัชนีบำรุงปกติของสายทางอ้างอิง มีค่าเท่ากับ 110,000

Q_i คือ ปริมาณทรัพย์สินของแต่ละรายการที่ระดับตอนควบคุม เป็นการใช้ข้อมูลจำนวนทรัพย์สิน โดย**ไม่**รวมรายการต่อไปนี้

1) ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร ที่ต้องมีการหักลบระยะติดค้ำประกันโดยถ่วงน้ำหนักรายปีที่ติดค้ำประกัน
2) การอนุมานพื้นที่ตัดหญ้าจากข้อมูลกายภาพ หรือใช้ข้อมูลสำรวจบริเวณข้างทาง

MF_i คือ อัตราการบำรุงต่อรายการทรัพย์สิน เป็นการกำหนดจำนวนครั้งในการบำรุงต่อปี

U'_i คือ สัดส่วนราคาต่อหน่วยของงานบำรุงรักษาแต่ละรายการ เทียบกับราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดของรายการทรัพย์สินที่นำมาคำนวณทั้งหมด โดยกำหนดให้รายการที่มีราคาต่อหน่วยต่ำที่สุดมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1 และรายการอื่นมีค่าสัมประสิทธิ์ตามจำนวนเท่าของราคาต่อหน่วยขั้นต่ำ

F_i คือ ปัจจัยสภาพแวดล้อม ใช้เพื่อการสะท้อนสภาพพื้นที่ในบางลักษณะที่ส่งผลให้มีปริมาณงานเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ปัจจัยปริมาณจราจร ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง

หมายเหตุ: จากสมการดังกล่าวเป็นผลการคำนวณปริมาณงานจากผิวจราจรรวมถึงทุกรายการทรัพย์สิน 23 รายการ

เพื่อให้เห็นการทำงานของสมการหลัก จึงยกตัวอย่างสมมติรายการท่อระบายน้ำในตอนควบคุมหนึ่ง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1 และพื้นที่เขตเมืองกลุ่มความหนาแน่น 2 โดยใช้ค่า MF, U′ และ F ชุดเดียวกันทั้งหมด ส่วนปริมาณทรัพย์สิน Q กำหนดสมมติเป็น 10 แห่งเพื่อให้คำนวณได้ง่าย ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ตัวอย่างสมมติการคำนวณดัชนีการบำรุงของรายการท่อระบายน้ำ

ตัวแปร	ค่าที่ใช้	คำอธิบาย
Q	10 แห่ง (สมมติ)	จำนวนท่อระบายน้ำในตอนควบคุม จากระบบ RAMS
MF	1.00	อัตราการบำรุงของท่อระบายน้ำ คือ ร้อยละ 100 หมายถึงบำรุงเฉลี่ยปีละ 1 ครั้ง
U′	1,562.97	ราคาต่อหน่วย 609.56 บาทต่อแห่ง หารด้วยราคาต่อหน่วยต่ำสุด 0.39 บาทต่อตารางเมตร
$F_{ฝนตกชุก}$	1.11	ค่าของพื้นที่ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1
$F_{พื้นที่เขตเมือง}$	1.25	ค่าของพื้นที่เขตเมืองกลุ่มความหนาแน่น 2 สำหรับงานระบายน้ำ
ดัชนีการบำรุง	21,774.18 หน่วย	10 × 1.00 × 1,562.97 × 1.11 × 1.25

ตัวอย่างข้างต้นแสดงเพียงรายการเดียวเพื่อให้เห็นถึงหลักการ ส่วนการคำนวณใช้ข้อมูลจริงของตอนควบคุมและแขวงทางหลวงครบทุกรายการ

6.2 ค่าคงที่และค่าตัวแปรที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

ตารางที่ 33 ค่าคงที่ของการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณ

รายการ	ค่าที่ใช้
ราคาต่อหน่วยต่ำสุด (U_min)	0.39 บาทต่อตารางเมตร
สมการปัจจัยปริมาณจราจร	$F = 0.528498 + (3.212084 \times 10^{-5} \times AADT)$
พื้นและเพดานของปัจจัยปริมาณจราจร	0.5285 ถึง 5.499
ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1	1.11
ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง กลุ่มความหนาแน่น 2: งานไฟฟ้า	1.20
ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง กลุ่มความหนาแน่น 2: งานระบายน้ำ	1.25

ตารางที่ 34 ค่าอัตราการบำรุง และราคาต่อหน่วยที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

รายการ	หน่วย	MF	ราคาต่อหน่วย (U) (1)	ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U′) (1) ÷ 0.39
ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร	กม.	3.63%	651,386.14	1,676,987.45
สะพานที่เชื่อมกับถนน	แห่ง	300.00%	1,500.00	3,861.74
งานตัดหญ้า	ตร.ม.	800.00%	0.39	1.00
ท่อระบายน้ำ	แห่ง	100.00%	609.56	1,569.31
รางระบายน้ำ	ม.	100.00%	13.92	35.84
ราวกันอันตราย	ม.	38.03%	52.56	135.32

ตารางที่ 34 ค่าอัตราการบำรุง และราคาต่อหน่วยที่ใช้ในตัวอย่างการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) (ต่อ)

รายการ	หน่วย	MF	ราคาต่อหน่วย (U) (1)	ค่าสัมประสิทธิ์ราคาต่อหน่วย (U') (1) ÷ 0.39
เครื่องหมายนำทาง	อัน	15.76%	148.62	382.63
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	ต้น	30.00%	200.00	12,894.81
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งคู่	ต้น	30.00%	400.00	25,789.62
เกาะกลางถนน	ตร.ม.	800.00%	0.39	1.00
ทางเท้า	ตร.ม.	20.00%	18.94	48.75
กำแพงกันดิน	ตร.ม.	0.009%	301.33	775.77
อุโมงค์/ทางลอด	แห่ง	100.00%	5,735.11	14,764.98
สัญญาณไฟจราจร	แห่ง	46.82%	7,000.00	18,021.43
ป้ายจราจร	แห่ง	31.83%	1,043.81	2,687.28
สะพานลอยคนข้าม	แห่ง	1,200.00%	170.06	437.81
ศาลาทางหลวง	แห่ง	90.00%	424.67	1,093.30

ตัวอย่างที่ 1: ปริมาณงาน (Workload: K) และค่า K สายทางของตอนควบคุม A

โจทย์ คำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ของตอนควบคุม A ในแขวงทางหลวง ก ซึ่งอยู่ในพื้นที่ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1 และจัดอยู่ในกลุ่มความหนาแน่น 2

ขั้นที่ 1: ข้อมูลนำเข้าของตอนควบคุม A

ตารางที่ 35 ข้อมูลนำเข้าของตอนควบคุมตัวอย่าง

ข้อมูล	ค่า	หน่วย	แหล่งที่มา
ระยะทางจริง	10.135	กม.	Roadnet
ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร	19.765	กม.	Roadnet
ระยะติดค้ำประกัน	1.069	กม.	Plannet
ปริมาณการเดินทางเฉลี่ยต่อวัน	14,250	คันต่อวัน	TIMS
ความยาวสะพานในตอนควบคุม	180	ม.	RAMS
พื้นที่ทางเท้า	11,219.25	ตร.ม.	
สะพานที่เชื่อมกับถนน	3	แห่ง	
ท่อระบายน้ำ	12	แห่ง	
รางระบายน้ำ	420	ม.	
ราวกันอันตราย	500	ม.	
เครื่องหมายนำทาง	220	อัน	
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	9	ต้น	

ตารางที่ 35 ข้อมูลนำเข้าของตอนควบคุมตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อมูล	ค่า	หน่วย	แหล่งที่มา
เกาะกลางถนน	28,294.30	ตร.ม.	
กำแพงกันดิน	940	ตร.ม.	
สัญญาณไฟจราจร	1	แห่ง	
ป้ายจราจร	125	แห่ง	
สะพานลอยคนข้าม	1	แห่ง	

ขั้นที่ 2: คำนวณระยะทางที่หักระยะติดค้ำประกันผลงาน

$$Q_{\text{ผิวจราจร}} = 19.765 - 1.069 = 18.696 \text{ กิโลเมตร}$$

ขั้นที่ 3: คำนวณพื้นที่งานตัดหญ้า

กำหนดความกว้างแถบข้างละ 2 เมตร ตัดหญ้าสองข้าง หักพื้นที่ทางเท้าเต็มจำนวน หักช่วงที่เป็นสะพาน และไม่รวมพื้นที่เกาะกลาง ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 การคำนวณพื้นที่งานตัดหญ้าหนึ่งรอบของตอนควบคุม A

ขั้นตอน	การคำนวณ	ผลลัพธ์ (ตร.ม.)
แถบข้างทาง	10.135 × 1,000 × 2 ข้าง × 2 เมตร	40,540.00
หักช่วงสะพาน	180 × 2 ข้าง × 2 เมตร	−720.00
พื้นที่ตัดหญ้าหนึ่งรอบ		39,820.00

*หมายเหตุ: ปริมาณ Q ของรายการงานตัดหญ้าที่ใช้ในสมการคือ **พื้นที่หนึ่งรอบ** จำนวนรอบต่อปีกำหนดในค่า MF*

ขั้นที่ 4: คำนวณปัจจัยสิ่งแวดล้อม

- **ปัจจัยปริมาณจราจร** คำนวณจากสมการ

$$F_{\text{ปริมาณจราจร}} = 0.528498 + (3.212084 \times 10^{-5} \times 14{,}250)$$

$$= 0.528498 + 0.457722$$

$$= 0.986220$$

- **ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง** ของตอนควบคุม A ในพื้นที่ของหมวดทางหลวง ก. ที่อยู่ในแขวงทางหลวง ง. ซึ่งอยู่ในพื้นที่ฝนตกชุกกลุ่มที่ 1 และอยู่ในกลุ่มความหนาแน่น 2 กำหนดดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก และปัจจัยพื้นที่เขตเมือง ของตอนควบคุม A ในพื้นที่ของหมวดทางหลวง ก. ที่อยู่ในแขวงทางหลวง ง.

รายการ	ปัจจัยพื้นที่ฝนตกชุก	ปัจจัยพื้นที่เขตเมือง
งานตัดหญ้า	1.11	1.00
ท่อระบายน้ำ	1.11	1.25
รางระบายน้ำ	1.11	1.25
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	1.00	1.20
รายการทรัพย์สินอื่น ๆ	1.00	1.00

ขั้นที่ 5: คำนวณค่าดัชนีบำรุงปกติ (Routine maintenance index: R)

จากสมการ

$$R = \sum_{i=1}^{n} (Q_i \times MF_i \times U'_i \times F_i)$$

ขั้นที่ 6: การคำนวณค่าปริมาณงาน (Workload: K)

จากสมการ

$$K = \frac{R}{110{,}000}$$

สามารถคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ได้ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 การคำนวณค่า R และค่า K ของตอนควบคุม A ในพื้นที่ของหมวดทางหลวง ก. ที่อยู่ในแขวงทางหลวง ง.

รายการ	Q (1)	หน่วย	MF (2)	U (3)	U′ (4) = (3) ÷ 0.39	$F_{ปริมาณจราจร}$ (5)	F พื้นที่ฝนตกชุก (6)	F พื้นที่เขตเมือง (7)	R (หน่วย) (1) x (2) x (4) x (5) x (6) x (7)
ผิวจราจร	18.696	กม.	0.036	651,386.14	1,676,987.45	0.9862	-	-	1,122,530.08
สะพานที่เชื่อมกับถนน	3.00	แห่ง	3.000	1,500.00	3,861.74	0.9862	-	-	34,276.03
งานตัดหญ้า	39,820.00	ตร.ม.	8.000	0.39	1.00	-	1.11	-	353,601.60
ท่อระบายน้ำ	12.00	แห่ง	1.000	609.56	1,569.31	-	1.11	1.25	26,129.01
รางระบายน้ำ	420.00	ม.	1.000	13.92	35.84	-	1.11	1.25	20,885.76
ราวกันอันตราย	500.00	ม.	0.380	52.56	135.32	-	-	-	25,731.10
เครื่องหมายนำทาง	220.00	อัน	0.158	148.62	382.63	-	-	-	13,268.40
ไฟฟ้าแสงสว่าง กิ่งเดี่ยว	9.00	ต้น	0.300	200.00	12,894.81	-	-	1.20	41,779.18
เกาะกลางถนน	28,294.30	ตร.ม.	8.000	0.39	1.00	-	-	-	226,354.40
ทางเท้า	11,219.25	ตร.ม.	0.200	18.94	48.75	-	-	-	109,387.69
สัญญาณไฟจราจร	1.00	แห่ง	0.468	7,000.00	18,021.43	-	-	-	8,437.63
ป้ายจราจร	125.00	แห่ง	0.318	1,043.81	2,687.28	-	-	-	106,920.82
สะพานลอยคนข้าม	1.00	แห่ง	12.000	170.06	437.81	-	-	-	5,253.72
$R_{ตอนควบคุม\ A}$									**2,094,555.43**
$R_{สายทางอ้างอิง}$									**110,000.00**
$K_{สายทาง}$ ($R_{ตอนควบคุม\ A}$ ÷ $R_{สายทางอ้างอิง}$)									**19.041**

ตัวอย่างที่ 2: การคำนวณค่า K ระดับหมวดทางหลวง

โจทย์ คำนวณค่า K ของหมวดทางหลวง ก. โดยมีถนนในความรับผิดชอบ 2 สายทาง จำนวน 3 ตอนควบคุม

ตารางที่ 39 ตัวอย่างการคำนวณค่า K รวมเป็นระดับหมวดทางหลวง

	สายทางที่ 1	**สายทางที่ 2**	
	ตอนควบคุม A	**ตอนควบคุม B**	**ตอนควบคุม C**
R	2,094,555.43	250,000.00	1,040,000.00
$R_{\text{สายทางอ้างอิง}}$	110,000.00		
$K_{\text{สายทาง}}$	19.041	2.272	9.455
$K_{\text{หมวดทางหลวง ก.}}$			30.768

ตัวอย่างที่ 3: การคำนวณค่า K ระดับแขวงทางหลวง

โจทย์ คำนวณค่า K รวมของแขวงทางหลวง โดยมีหมวดทางหลวงในสังกัดจำนวน 3 หมวดทางหลวง

ตารางที่ 40 ตัวอย่างการคำนวณค่า K รวมเป็นระดับแขวงทางหลวง

	หมวดทางหลวง ก.	**หมวดทางหลวง ข.**	**หมวดทางหลวง ค.**
R	3,384,555.43	14,800,000.00	79,500,000.00
$R_{\text{สายทางอ้างอิง}}$	110,000.00		
$K_{\text{หมวดทางหลวง}}$	30.768	134.545	722.727
$K_{\text{แขวงทางหลวง}}$			888.010

7. การทบทวนประจำปี ข้อจำกัด และแนวทางพัฒนา

7.1 รายการที่ต้องทบทวนประจำปี

ตารางที่ 41 รายการที่ต้องทบทวนประจำปีและเกณฑ์การทบทวน

รายการ	ความถี่	สิ่งที่ควรดำเนินการ
ค่า MF ทุกรายการ	ปีละครั้ง	ตรวจสอบข้อมูลการรายงานผลการดำเนินงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปี
ราคาต่อหน่วยทุกรายการ	ปีละครั้ง	ตรวจสอบข้อมูลการรายงานผลการดำเนินงานบำรุงปกติย้อนหลัง 3 ปี
สมการปัจจัยปริมาณจราจร	เมื่อมีผลวิเคราะห์การเสื่อมสภาพชุดใหม่	ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ใหม่ และคำนวณพื้นกับเพดานปัจจัยใหม่
ค่าปัจจัยสภาพแวดล้อม	ปีละครั้ง	ทบทวนเมื่อผลการใช้จ่ายจริงของปีล่าสุดครบถ้วน
ค่าถ่วงน้ำหนักระยะติดค้ำประกัน	ปีละครั้ง	ทบทวนความสอดคล้องกับเงื่อนไขสัญญาที่ใช้จริง
ค่าตัวแปรของการคำนวณพื้นที่ตัดหญ้า	ปีละครั้ง	ทบทวนความกว้างแถบและเกณฑ์การหักพื้นที่
แหล่งข้อมูลพื้นที่ตัดหญ้ารายแขวงทางหลวง	ปีละครั้ง	ตรวจผลเกณฑ์คุณภาพข้อมูลบริเวณข้างทางใหม่ ทุกครั้งที่มีข้อมูลสำรวจรอบใหม่ และทบทวนว่าแขวงทางหลวงใดเปลี่ยนแหล่งข้อมูลได้แล้ว
เกณฑ์และค่าตัวคูณของกลุ่มความหนาแน่น	ปีละครั้ง	ทบทวนค่าแบ่งกลุ่มเมื่อมีข้อมูลประชากรชุดใหม่ และทบทวนค่าตัวคูณเมื่อมีข้อมูลการใช้จ่ายปีใหม่

7.2 ประเด็นที่ควรพัฒนาต่อ

7.2.1 การพัฒนาด้านข้อมูล

1) **ตรวจสอบและปรับปรุงความครบถ้วนของฐานข้อมูลทรัพย์สิน**
2) **จัดทำแนวปฏิบัติการลงรหัสงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน**โดยเฉพาะกลุ่มงานระบายน้ำและกลุ่มอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย
3) **นิยามหน่วยนับของปริมาณงาน (Workload: K) ให้ชัดเจน** โดยเฉพาะหน่วย "แห่ง" ซึ่งปัจจุบันหน่วยงานอาจตีความได้ต่างกัน
4) **เพิ่มความครอบคลุมของการรายงานผลการดำเนินงาน** ในรหัสงานที่ปัจจุบันมีหน่วยงานรายงานเพียงส่วนน้อย
5) **จัดเก็บข้อมูลอายุการติดตั้งของทรัพย์สิน** เพื่อเปิดทางให้เพิ่มตัวแปรอายุเข้าสู่การคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) ในอนาคต

7.2.2 การพัฒนาด้านตัวแปรและสมการ

1) เพิ่มตัวแปรอธิบายในสมการการเสื่อมสภาพ เช่น ความแข็งแรงโครงสร้างทาง อายุผิวทาง และสัดส่วนรถบรรทุกหนัก ซึ่งจะทำให้ปัจจัยปริมาณจราจรอธิบายความแปรปรวนได้ดีขึ้น
2) จัดทำเกณฑ์มาตรฐานปริมาณทรัพย์สินที่ควรมีต่อกิโลเมตร เพื่อใช้ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลปริมาณทรัพย์สินก่อนการคำนวณ
3) พิจารณาความเป็นไปได้ของการนำสภาพของทรัพย์สินเข้าสู่การคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)

7.2.3 การพัฒนาด้านกระบวนการ

1) กำหนดรอบการทบทวนที่ชัดเจนและผูกกับปฏิทินงบประมาณเพื่อให้การทบทวนเสร็จก่อนรอบการคำนวณจริง
2) จัดทำบันทึกการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปร ที่ระบุค่าเดิม ค่าใหม่ เหตุผล และผู้อนุมัติทุกครั้ง
3) จัดทำชุดทดสอบมาตรฐาน ที่ประกอบด้วยตอนควบคุมตัวอย่างพร้อมผลลัพธ์ที่ถูกต้อง เพื่อใช้ทดสอบทุกครั้งที่ปรับปรุงการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K)
4) เปิดช่องทางให้หน่วยงานเสนอข้อมูลเพื่อขอปรับค่าตัวแปร โดยกำหนดให้ต้องระบุค่าที่เสนอ แหล่งข้อมูลที่ใช้ และวิธีคำนวณ
5) จัดทำรายงานเปรียบเทียบผลข้ามปีอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างปริมาณงาน (Workload: K) ในระยะยาว

ภาคผนวก ก
เอกสารอ้างอิง

ตารางที่ 1 เอกสารและกรอบแนวคิดสากลที่อ้างอิง

แหล่งที่มา	หัวข้อ	การนำมาประยุกต์ใช้
PIARC (World Road Association)	Asset Management Manual — Lifecycle Planning	การแบ่งงานบำรุงเป็นงานตามรอบและงานตามสภาพ
World Bank / PIARC / ADB	HDM-4 Highway Development and Management Model	โครงสร้างสมการการเสื่อมสภาพผิวทาง
Odoki, J.B. & Kerali, H.G.R. (2000)	HDM-4 Volume 4: Analytical Framework and Model Descriptions	สมการ incremental roughness progression
Morosiuk, G., Riley, M.J. & Odoki, J.B. (2004)	HDM-4 Volume 6: Modelling Road Deterioration and Works Effects	แบบจำลองการเสื่อมสภาพและผลของงานบำรุง
Paterson, W.D.O. (1987)	Road Deterioration and Maintenance Effects: Models for Planning and Management. The World Bank	ฐานทฤษฎีของความสัมพันธ์ระหว่างจราจรกับการเสื่อมสภาพ
Highway Research Board (1962)	The AASHO Road Test, Report 5: Pavement Research	หลักความสัมพันธ์กำลังสี่ระหว่างน้ำหนักเพลากับความเสียหาย
Austroads Inc. (2003)	Remaining Life of Road Infrastructure Assets	วิธีประเมินอายุการให้บริการคงเหลือ
AASHTO	Transportation Asset Management Guide	นิยามและหลักการบริหารทรัพย์สินด้านคมนาคม
ISO	ISO 55000 / 55001 Asset Management	แนวคิดต้นทุนถ่วงน้ำหนักด้วยความเสี่ยง
FHWA	HERS-ST Highway Economic Requirements System, State Version	กรอบการประเมินความต้องการงบประมาณเชิงเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 1 เอกสารและกรอบแนวคิดสากลที่อ้างอิง (ต่อ)

แหล่งที่มา	หัวข้อ	การนำมาประยุกต์ใช้
Gharaibeh, N.G., Chiu, Y.C. & Gurian, P.L. (2006)	Decision Methodology for Allocating Funds across Transportation Infrastructure Assets. ASCE Journal of Infrastructure Systems, 12(1), 1–9	หลักการจัดสรรทรัพยากรระหว่างประเภททรัพย์สิน
Beauvais, J.C. et al. (2003)	Asset Management for Virginia Highways and Roads	แบบจำลองความเสี่ยง ต้นทุน และผลตอบแทน
Ruotoistenmaki, A. & Seppala, T. (2007)	Road condition rating based on factor analysis of road condition measurements. Transport Policy, 14(5), 410–420	การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวชี้วัดสภาพทาง

ภาคผนวก ข
สรุปประเด็นจากการรับฟังความเห็นของผู้ปฏิบัติงาน

ภาคผนวกนี้รวบรวมประเด็นทั้งหมดที่ได้จากการรับฟังความเห็นของผู้ปฏิบัติงานและผู้เชี่ยวชาญด้านงานบำรุงทาง โดยจัดกลุ่มตามหัวข้อและระบุว่าแต่ละประเด็นถูกนำไปใช้ในส่วนใดของการคำนวณปริมาณงาน (Workload: K) หรือบันทึกไว้เป็นประเด็นพัฒนาต่อ

ตารางที่ 1 ประเด็นจากการรับฟังความเห็นและการนำไปใช้

กลุ่มประเด็น	สาระของความเห็น	การนำไปใช้
การเลือกตัวแปร	ควรใช้ข้อมูลที่มีความแม่นยำ ไม่ควรนำตัวแปรทั้งหมดหรือทรัพย์สินทั้งหมดมาคำนวณเพราะข้อมูลบางส่วนไม่เป็นปัจจุบันและไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญ	นำไปใช้ในแนวปฏิบัติเรื่องรายการทรัพย์สินที่รอกำหนดค่าตัวแปร
การจำแนกทรัพย์สิน	ควรจำแนกประเภททรัพย์สินให้ชัดเจนและกำหนดกระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลและการจัดกลุ่มตัวแปรที่แน่ชัด	กำหนดนิยามและหน่วยนับของทุกรายการ
ความถี่งานระบายน้ำ	ความถี่ในการลอกท่อระบายน้ำโดยทั่วไปอยู่ที่ปีละ 1 ครั้ง	ใช้ประกอบการกำหนดค่า MF
ความถี่งานตัดหญ้า	เส้นทางท่องเที่ยวมีการตัดหญ้าตลอดแนวข้างทางและตัดปีละ 3 ถึง 4 ครั้ง เพื่ออำนวยความปลอดภัย	ใช้ประกอบการกำหนดค่า MF
พื้นที่ภูเขา	เป็นพื้นที่ทำงานยากจากลาดดินและดินถล่ม มีค่าเดินทางเพิ่ม และอัตราการทำงานลดลง	บันทึกเป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาต่อ
พื้นที่ฝนตกชุก	ส่งผลต่องานตัดหญ้าและงานบำรุงผิวทางและบางกรณีต้องใช้งบบำรุงปกติดำเนินการก่อนงบภัยพิบัติ	นำไปใช้ในการเลือกรายการที่ถูกคูณด้วยพื้นที่ฝนตกชุก
พื้นที่เขตเมือง	มีปัญหาจำนวนแรงงานและความซับซ้อนของค่าตอบแทน จึงใช้เครื่องจักรมากขึ้น	นำไปใช้เป็นเหตุผลของการเพิ่มปัจจัยพื้นที่เขตเมือง
ปริมาณจราจรกับอัตราการทำงาน	พื้นที่ปริมาณจราจรสูงก่อให้เกิดปริมาณงานที่ดำเนินการได้ลดลง	บันทึกไว้เป็นกลไกที่สนับสนุนปัจจัยพื้นที่เขตเมือง
สะพานในเขตเมือง	สะพานในเขตเมืองและนอกเขตเมืองมีปริมาณจราจรต่างกัน ส่งผลให้ปริมาณงาน (Workload: K) ต่างกัน	สะท้อนผ่านปัจจัยปริมาณจราจรที่คูณกับรายการสะพาน
อายุบริการของผิวทาง	ผิวคอนกรีตที่รอยต่อไม่ได้เปลี่ยนภายใน 3 ปีจะเกิดปัญหาส่วนผิวลาดยางจะเกิดรอยแตกเมื่อมีอายุมาก	บันทึกเป็นประเด็นพัฒนาเรื่องการเพิ่มตัวแปรอายุผิวทาง
ความถูกต้องของราคาต่อหน่วย	ราคาต่อหน่วยอาจไม่ตรงกับความเป็นจริงเพราะมีการใช้วัสดุจากส่วนอื่นมาทดแทน จึงควรอบรมการลงรหัสงานให้ตรง	บันทึกเป็นข้อจำกัด
การเทียบกับแผนประจำปี	ควรเปรียบเทียบผลการคำนวณกับยอดตามแผนประจำปี เพื่อดูความต่างของปริมาณงาน (Workload: K) แต่ละหน่วยงาน	นำไปใช้เป็นแนวปฏิบัติในการรายงานผล
ค่าดำเนินการพื้นฐาน	ควรคำนึงถึงค่าจ้างเจ้าหน้าที่ ค่าจ้างพนักงานธุรการและค่าเช่าเครื่องจักรประจำการ	อยู่นอกขอบเขตของสมการปริมาณงาน (Workload: K) บันทึกไว้เป็นประเด็นที่พิจารณาแยก

ภาคผนวก ค
ตารางค่าปัจจัยปริมาณจราจรสำเร็จรูป

ตารางในภาคผนวกนี้คำนวณจากสมการโดยตรง จัดทำไว้เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบเบื้องต้น

$$F(AADT) = 0.528498 + 3.212084 \times 10^{-5} \times AADT$$

โดยตรึงในช่วง 0.5285 ถึง 5.499

ตารางที่ 1 ค่าปัจจัยปริมาณจราจรที่ปริมาณจราจรระดับต่าง ๆ

AADT (คัน/วัน)	F	AADT (คัน/วัน)	F	AADT (คัน/วัน)	F
500	0.5446	18,000	1.1067	75,000	2.9376
1,000	0.5606	19,000	1.1388	80,000	3.0982
1,500	0.5767	20,000	1.1709	85,000	3.2588
2,000	0.5927	22,000	1.2352	90,000	3.4194
2,500	0.6088	24,000	1.2994	95,000	3.5800
3,000	0.6249	26,000	1.3636	100,000	3.7406
3,500	0.6409	28,000	1.4279	110,000	4.0618
4,000	0.6570	30,000	1.4921	120,000	4.3830
4,500	0.6730	32,000	1.5564	130,000	4.7042
5,000	0.6891	34,000	1.6206	140,000	5.0254
6,000	0.7212	36,000	1.6848	150,000	5.3466
7,000	0.7533	38,000	1.7491	160,000	5.4990
8,000	0.7855	40,000	1.8133	170,000	5.4990
9,000	0.8176	42,000	1.8776	180,000	5.4990
10,000	0.8497	44,000	1.9418	190,000	5.4990
11,000	0.8818	46,000	2.0061	200,000	5.4990
12,000	0.9139	48,000	2.0703	210,000	5.4990
13,000	0.9461	50,000	2.1345	220,000	5.4990
14,000	0.9782	55,000	2.2951	230,000	5.4990
15,000	1.0103	60,000	2.4557	240,000	5.4990
16,000	1.0424	65,000	2.6164	250,000	5.4990
17,000	1.0746	70,000	2.7770		

ข้อสังเกตจากตาราง ค่าปัจจัยเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอตามปริมาณจราจร โดยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.0321 ต่อปริมาณจราจรทุก 1,000 คันต่อวัน ค่าถึงเพดาน 5.499 ที่ปริมาณจราจรประมาณ 154,747 คันต่อวัน สายทางที่มีปริมาณจราจรสูงกว่านั้นจะได้ค่าเท่ากันทั้งหมด ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการตรึงเพดาน