ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปริญญา

วิศวกรรมโยธา	วิศวกรรมโยธา
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อการบำรุงรักษาทางโดยใช้โปรแกรม HDM-4

An Analysis of Truck Loading Effect on Highway Maintenance by using HDM-4

นามผู้วิจัย นายสุภวัฒน์ หอมเอื้อม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(อาจารย์วราเมศวร์ วิเชียรแสน, Ph.D.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล, Ph.D.)

กรรมการ .....

(อาจารย์ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ก่อโชค จันทวรางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อการบำรุงรักษาทางโดยใช้โปรแกรม HDM-4

An Analysis of Truck Loading Effect on Highway Maintenance by using HDM-4

โดย

นายสุภวัฒน์ หอมเอื้อม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
พ.ศ. 2552

สุภวัฒน์ หอมเอื้อม 2552: การวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อการบำรุงรักษาทางโดยใช้โปรแกรม HDM-4 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา) สาขาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ประธานกรรมการที่ปรึกษา: อาจารย์วราเมศวร์ วิเชียรแสน, Ph.D. 93 หน้า

รถบรรทุกเป็นปัจจัยสำคัญในการขนส่งสินค้าต่างๆ ภายในประเทศ โดยเฉพาะการขนส่งสินค้าประเภทผลิตผลทางการเกษตร และวัสดุก่อสร้าง ซึ่งการขนส่งสินค้าเหล่านี้มักจะเกินพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก ที่ทางราชการกำหนดส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อถนน โดยเฉพาะผิวทางลาดยาง ซึ่งเป็นถนนส่วนใหญ่ในประเทศ ทำให้รัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการก่อสร้างและซ่อมบำรุงมากกว่าปกติ คิดเป็นเงินปีละกว่าหมื่นล้านบาท

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทางลาดยางที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก ที่น้ำหนักรวมต่างๆ กรณีศึกษาสายทางในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) โดยแบ่งเป็น 4 กรณี คือ กรณีที่ 1 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมายกำหนดในปัจจุบัน กรณีที่ 2 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมายกำหนด+10% กรณีที่ 3 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมายกำหนด+20% และกรณีที่ 4 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมายกำหนด+25% โดยทำการวิเคราะห์เฉพาะผลที่เกิดจากรถบรรทุก 6 ล้อ, 10 ล้อ, กึ่งพ่วง 18 ล้อ และพ่วง 18 ล้อ เป็นระยะเวลา 5 ปี ด้วยโปรแกรม HDM–4

จากการศึกษาพบว่า กรณีที่ 1 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทาง 7,901.71 ล้านบาท และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.06 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นเป็น 9,083.70 ล้านบาท และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นเป็น 10,614.89 ล้านบาท และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.66 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นเป็น 11,383.48 ล้านบาท และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.92 เมตรต่อกิโลเมตร กล่าวโดยสรุปคือ กรมทางหลวงไม่ควรเพิ่มพิกัดน้ำหนักบรรทุก เนื่องจากการเพิ่มพิกัดน้ำหนักบรรทุกจะทำให้อายุถนนหดสั้นลงมาก ทำให้ต้องทำการบูรณะซ่อมแซมถนนด้วยวิธีการซ่อมบำรุงต่างๆ ก่อนกำหนด เพื่อให้ถนนมีอายุการใช้งานตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ไม่สามารถนำเงินไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นได้ นอกจากนี้ยังทราบถึงระยะทางและค่าซ่อมบำรุงในแต่ละปีของแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการประกอบการวางแผนการซ่อมบำรุงผิวทาง และการจัดสรรงบประมาณที่เหมาะสมต่อไป

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Suphawat Homuem 2009: An Analysis of Truck Loading Effect on Highway Maintenance by using HDM-4. Master of Engineering (Civil Engineering), Major Field: Civil Engineering, Department of Civil Engineering. Thesis Advisor: Mr. Varameth Vicheinsan, Ph.D. 93 pages.

Trucks are used as the main means of transporting goods in Thailand. Their hauling weights, in particular, when transporting agricultural products and building materials usually exceed weight regulations specified by the law. This excess weight damages the road surface. In particular, asphaltic concrete types of pavement, being the predominant type of pavements in Thailand are most affected. The damage greatly shortens the time interval to the next resurfacing. The substantial costs incurred in repair are paid by the government. These huge sums of money required to repair roads.

This research aims to study the cost in repairing the damage to asphaltic concrete type of pavement. Truck gross weight excess (to impacted cost damage) ratios are documented. Study of the highway is the responsibility of the bureau of highway 12th (Chonburi). The study is divided into 4 scenarios. The first scenario is the current condition, where the hauling weight exceeded the limit (25 tons for 10 wheelers). In the second scenario, the excess was 10% over that specified by law. In the third scenario, the excess weight regulation is exceeded by 20%, and in the fourth scenario, the excess weight regulation is exceeded by 25%. Only to be analyzed is the effect of 6 wheeler and, 10 wheeler, semi trailer and full trailer, for 5 years by using HDM-4.

This study revealed that in the first scenario, there was surface repair expense of 7,901.71 million baht and the value of IRI (International Roughness Index) is 4.06 m/km. In the second scenario, the surface repair expense increased to 9,083.70 million baht and the value of IRI is 4.34 m/km. In the third scenario, the surface repair expense increased to 10,614.89 million baht and the value of IRI is 4.66 m/km. Finally in the fourth scenario, the surface repair expense increased to 11,383.48 million baht and the value of IRI is 4.92 m/km. As a result of this study, it is concluded the Department of Highways should not increase the hauling weight limits. It causes costly maintenance, due to the impact on the road surface, and greatly reduces the economic life expected. In addition the huge cost to the government impacts heavily on government finances at earlier than to be expected intervals, impact on funding availability that could have been used for developing other infrastructure. These case studies should be of advantage for future maintenance planning and to distribute appropriate budgets in the future.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.วราเมศวร์ วิเชียรแสน ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย ให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงให้ความเมตตาและคำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ สุริยวนากุล กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ดร.ศุภวุฒิ มาลัยกฤษณะชลี กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง ที่กรุณาให้ความรู้ และคำแนะนำ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย ทำให้การตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ สำนักบริหารบำรุงทาง และสำนักงานควบคุมน้ำหนักยานพาหนะ กรมทางหลวง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต่อการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่าน และคณะทำงาน ในโครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทางพื้นที่ภาคกลาง ที่เอื้อเฟื้อโปรแกรม HDM–4 และข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งให้โอกาสเข้าร่วมในการทำงาน ซึ่งเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายที่สุด ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อวีระพนธ์ หอมเอื้อม คุณแม่ฉวีลักษณ์ หอมเอื้อม ที่ได้ให้ความรักและสนับสนุนทุนการศึกษาเสมอมา ขอขอบคุณ คุณครูและอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตั้งแต่เยาว์วัยจนถึงปัจจุบัน รวมถึง พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

คุณความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เมตตาอบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

สุภวัฒน์ หอมเอื้อม

สิงหาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	52
ผล	52
วิจารณ์	75
สรุปและข้อเสนอแนะ	77
สรุป	77
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	82
ภาคผนวก	83
ภาคผนวก ก มาตรฐานการซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4 ของกรมทางหลวง	84
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกได้จากด่านชั่งน้ำหนัก	26
2	จำนวนรถบรรทุกเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักตามกฎหมายกำหนด	27
3	สถิติการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกด่านชั่งน้ำหนักชลบุรี	28
4	สรุปค่าน้ำหนักรถบรรทุกจากด่านชั่งน้ำหนัก	28
5	น้ำหนักเพลาสูงสุดและน้ำหนักบรรทุกรวมตามกฎหมายที่ใช้ในปัจจุบัน	30
6	กรณีที่ทำการศึกษา	30
7	มาตรฐานน้ำหนักรถบรรทุกและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน กรณีที่ 1	31
8	ค่าการกระจายน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน	31
9	น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 2	32
10	น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 3	32
11	น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 4	32
12	ข้อมูลโครงข่ายถนนในสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	35
13	ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Networks)	36
14	การกำหนดมาตราฐานงานซ่อมบำรุง (Work Standards)	37
15	เกณฑ์มาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Works Standards)	38
16	ประเภทความเสียหายของถนนลาดยางที่กำหนดโดยกรมทางหลวง	39
17	ประเภทความเสียหายที่ใช้กำหนดเงื่อนไขการบำรุงทางสำหรับโปรแกรม HDM–4	40
18	การตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินทางปกติ	41
19	การตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินทางระหว่างเมือง	42
20	การตั้งค่าระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class)	43
21	การตั้งค่าลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone)	43
22	การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: AADT)	44
23	การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Roughness)	44
24	การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Rutting)	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

25	การตั้งค่าค่าปรับเทียบโปรแกรม (Calibration Parameters)	45
26	การตั้งค่าแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (RD Calibration Set)	46
27	งบประมาณที่กรมทางหลวงคาดว่าจะได้รับจริง	48
28	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม ปี พ.ศ. 2551-2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	53
29	ระยะทางในการซ่อมบำรุงแยกกรณีศึกษา ปี พ.ศ. 2551-2555	57
30	จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกกรณีศึกษา ปี พ.ศ. 2551-2555	58
31	จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกตามปี	59
32	จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกแขวงการทาง ปี พ.ศ. 2551-2555	60
33	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางฉะเชิงเทรา	61
34	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางชลบุรี	63
35	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางจันทบุรี	65
36	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางตราด	67
37	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางระยอง	69
38	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของสำนักบำรุงทางชลบุรีที่ 2	71
39	ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	73

ตารางผนวกที่

ก1	การตั้งค่างานบำรุงปกติ (Routine Maintenance)	85
ก2	การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal Type I	85
ก3	การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal Type II	86
ก4	การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Chip Seal	87
ก5	การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Fog Seal	87
ก6	การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 4 ซ.ม. (4 cm Overlay)	88
ก7	การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 5 ซ.ม. (5 cm Overlay)	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

ก8	การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 8 ซ.ม. (8 cm Overlay)	90
ก9	การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 10 ซ.ม. (10 cm Overlay)	91
ก10	การตั้งค่างานปะซ่อมผิวทาง (Patching)	92
ก11	การตั้งค่างานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ (Rehabilitation)	92

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สายทางในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) กรมทางหลวง	3
2	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack)	7
3	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)	8
4	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทการหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate)	9
5	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)	10
6	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pot Hole)	11
7	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทการเสียรูปร่างของผิวทาง (Surface Deformation)	12
8	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม (Unsatisfactory Patching)	13
9	ภาพตัวอย่างความเสียหายของขอบผิวทาง (Edge Deterioration)	13
10	ภาพตัวอย่างความเสียหายที่ไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง (Shoulder Edge Step)	14
11	ภาพตัวอย่างความเสียหายที่ไหล่ทาง (Shoulder Deterioration)	15
12	ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทร่องล้อ (Wheel Truck Rutting)	16
13	หลักการวิเคราะห์แบบ Life–Cycle Analysis ของ HDM–4	19
14	ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน (Homogeneous Section) ในโปรแกรม HDM–4	20
15	การกำหนดข้อมูลทางเลือกของงานซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4	20
16	การกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4	21
17	แผนการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในการบำรุงรักษาทางในโปรแกรม HDM–4	21
18	แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	23
19	ตำแหน่งด่านชั่งน้ำหนักที่เก็บข้อมูล	25
20	ตัวอย่างข้อมูลจากด่านชั่งน้ำหนัก	26
21	สัดส่วนรถบรรทุกจากด่านชั่งน้ำหนักชลบุรี	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	โครงข่ายถนนในสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	34
23	กราฟแสดงสัดส่วนปริมาณจราจรรายชั่วโมงตลอดปี – การเดินทางปกติ	41
24	กราฟแสดงสัดส่วนปริมาณจราจรรายชั่วโมงตลอดปี – การเดินทางระหว่างเมือง	42
25	สัดส่วนงบประมาณการซ่อมบำรุงของแต่ละแขวงการทาง	48
26	กราฟแสดงงบประมาณการซ่อมบำรุงของแต่ละแขวงการทาง	49
27	ภาพการกำหนดวิธีวิเคราะห์เชิงแผนงานแบบ Life-Cycle Analysis	49
28	การกำหนดทางเลือกบำรุงของการวิเคราะห์แบบ Life-Cycle Analysis	50
29	รูปแบบการแสดงรายงานผลการวิเคราะห์ (HDM-4 Reports)	51
30	แสดงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม ปี พ.ศ.2551-2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	53
31	ภาพเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในกาซ่อมบำรุงทางหลวงสะสม ปี พ.ศ.2551-2555 แยกตามกรณีศึกษา	55
32	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 แขวการทางฉะเชิงเทรา	62
33	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 แขวการทางชลบุรี	64
34	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 แขวการทางจันทบุรี	66
35	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 แขวการทางตราด	68
36	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 แขวการทางระยอง	70
37	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 สำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2	72
38	แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ.2551-2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	74
39	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทาง และความเสียหายของผิวทางกับน้ำหนักรถบรรทุกในโปรแกรม HDM-4	77

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ACW	=	Wide Structural Cracking
ALG	=	Alligator Crack
BLD	=	Bleeding
EDG	=	Edgebreak or Edge Deterioration
ESALF	=	Equivalent Single Axle Load Factor
HDM–4	=	Highway Development and Management Tool version 2.04
IRI	=	International Roughness Index
POT	=	Pot Hole
RUT	=	Wheel Truck Rutting

การวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อการบำรุงรักษาทางโดยใช้โปรแกรม HDM-4

An Analysis of Truck Loading Effect on Highway Maintenance by using HDM-4

คำนำ

ตั้งแต่มีการนำวิธีการก่อสร้างถนนแผนใหม่เข้ามาใช้ในประเทศไทย เมื่อ 30 ปีที่ผ่านมา เศรษฐกิจของประเทศไทยก็ได้มีการพัฒนาในอัตราที่สูง อันมีสาเหตุมาจากระบบถนนที่มีประสิทธิภาพส่งผลให้สามารถขนส่งสินค้าได้อย่างรวดเร็วและสามารถกระทำได้อย่างกว้างขวางคลอบคุมทุกพื้นที่ในประเทศไทย

การขนส่งสินค้าทางถนนในปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายไม่สูงนักและมีความสะดวกสบายเมื่อเทียบกับการขนส่งโดยวิธีอื่นๆ ในปัจจุบันจะพบว่าการขนส่งสินค้าส่วนใหญ่จะกระทำโดยรถบรรทุกซึ่งคิดเป็นร้อยละ 90 ของการขนส่งสินค้าทั่วประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งผลผลิตทางการเกษตร และวัสดุก่อสร้าง ซึ่งการขนส่งสินค้าเหล่านี้มักจะบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดที่กฎหมายกำหนดไว้ ทำให้ส่งผลเสียหายต่อโครงสร้างถนนที่มีอยู่เดิม ทำให้รัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการก่อสร้างและซ่อมบำรุงมากกว่าปกติ คิดเป็นเงินปีละกว่าหมื่นล้านบาท

ในปัจจุบันกรมทางหลวงได้มีการนำระบบ HDM–4 (Highway Development and Management Tool, Version 2.04) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยธนาคารโลกมาใช้จัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางหลวง เพื่อช่วยจัดลำดับความสำคัญก่อน–หลังของสายทางตามความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรม และให้ผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ หรือความคุ้มค่าในการลงทุนสูงสุด ในการวางแผนงาน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลกระทบของความเสียหายและการซ่อมบำรุงที่ชัดเจนจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรถบรรทุก เพื่อใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดของรถบรรทุก และเป็นประโยชน์ต่อแผนการบริหารบำรุงทางของกรมทางหลวงอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก ที่น้ำหนักรวมต่างๆ

2. เพื่อประเมินค่าความเสียหายของทางอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก ที่น้ำหนักรวมต่างๆ

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุกโดยใช้โปรแกรม HDM-4 ซึ่งอาศัยข้อมูลและหลักเกณฑ์การคำนวณต่างๆ จากกรมทางหลวงและเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง (โครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทางพื้นที่ภาคกลาง) โดยพื้นที่ศึกษาคือ สายทางในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) กรมทางหลวง ซึ่งมีระยะทาง 3,252.35 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การสายทางในความรับผิดชอบของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) กรมทางหลวง

การตรวจเอกสาร

การวิจัยนี้ได้ทบทวนทฤษฎี แนวความคิด และการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาทาง และวิธีการวิเคราะห์เพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกด้วยโปรแกรม HDM–4 เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการกำหนดแนวทางและระเบียบวิธีการวิจัย โดยแบ่งแนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 6 ส่วน คือ คำจำกัดความของการบำรุงรักษาทางหลวง สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทาง ประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง ประเภทการซ่อมบำรุงทางหลวง ระบบ HDM–4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

คำจำกัดความของการบำรุงรักษาทางหลวง

ถนนทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นถนนลูกรัง ลาดยาง หรือคอนกรีต เมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดการจราจรไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง ความชำรุดเสียหายจะเกิดตามมา ความชำรุดเสียหายเหล่านี้นอกจากจะเกิดขึ้นเนื่องจากการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติแล้วยังเกิดขึ้นเนื่องจากการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดของยวดยานและจากภัยธรรมชาติ ซึ่งจะต้องรีบดำเนินการซ่อมทันทีเมื่อตรวจพบ ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่วงกว้างออกไป ทำให้รัฐต้องใช้จ่ายเงินจำนวนมากในการซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพดี อันเป็นการสูญเปล่าเงินงบประมาณโดยไม่จำเป็น การบำรุงรักษาทางให้อยู่ในสภาพดีเป็นประจำตลอดเวลา นอกจากจะเป็นการประหยัดเงินงบประมาณแผ่นดินแล้วยังทำให้ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยในการคมนาคมขนส่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง การขนส่งและอื่นๆ ลดลง โดยวัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาทาง ก็เพื่อ

1. เพื่อรักษาทางให้คงรูปและมีสภาพดี
2. เพื่อให้ผู้ใช้ทางได้รับความสะดวก รวดเร็ว และปลอดภัย
3. เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และขนส่ง
4. เพื่อประหยัดงบประมาณในการบำรุง

ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้ถนนเกิดความเสียหาย คือ ปริมาณการจราจร น้ำหนักของยวดยาน สภาพดินฟ้าอากาศ เป็นต้น

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทาง

นนทวัฒน์ (2548) สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทางที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของรถบรรทุกของถนนผิวลาดยางสามารถแยกได้ดังนี้

1. น้ำหนักล้อ (Wheel load) หรือน้ำหนักเพลา (Axle load)

จากผลการทดสอบในสนามซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี คือ AASHTO ROAD TEST ซึ่งได้ทดลองในรัฐอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ.1961 และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในวงการวิศวกรรมการทางคือน้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลามีอำนาจการทำลายถนน (Damaging effect) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1.1

$$\text{Damaging effect ของน้ำหนักเพลาใดๆ} = (w/8.2)^4 \qquad (1.1)$$

เมื่อ w = น้ำหนักเพลาใดๆมีหน่วยเป็น ตัน

8.2 = น้ำหนักเพลามาตรฐานหนัก 8.2 ตัน (18,000 ปอนด์)

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นว่าการทำลายถนนของน้ำหนักเพลานั้นจะเป็นไปตากกฎกำลังสี่ (Fourth power) เช่น ถ้าน้ำหนักเพลา 10 ตัน ซึ่งเทียบเท่ากับน้ำหนักรวม (Gross vehicle weight,GVW) ของรถบรรทุก 10 ล้อ คือ 25 ตัน จะมีอำนาจการทำลายล้างเท่ากับ $(10/8.2)^4 = 2.21$ เท่าของน้ำหนักเพลามาตรฐาน 8.2 ตัน จะเห็นว่าน้ำหนักเพลาเพิ่มเพียง 1.8 ตัน จะทำให้ความเสียหายของถนนเสียหายเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 121 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจจะกล่าวได้ในเทอมของจำนวนเที่ยวของน้ำหนักเพลา (Load Repetitions) ได้ว่า น้ำหนักเพลา 10 ตัน ผ่านถนน 1 ครั้ง จะมีผลทางด้านการทำลายถนนเท่ากับน้ำหนักเพลา 8.2 ตัน ผ่าน 2.21 ครั้ง ดังนั้น น้ำหนักเพลา 10 ตัน จะมีผลทำให้อายุการใช้งานของถนนลดลง 2.21 เท่าของอายุที่ทำการออกแบบตามน้ำหนักเพลามาตรฐาน 8.2 ตัน ถ้าทำการออกแบบถนนให้มีอายุการใช้งาน 15 ปี โดยยึดเอาน้ำหนัก 8.2 ตันเป็นหลัก อายุการใช้งานจะลดลงเหลือ $(15/2.21) = 6.78$ ปี ถ้าเพิ่มน้ำหนักเพลาเป็น 10 ตัน

2. จำนวนเที่ยวของน้ำหนักล้อ (Repetition of Wheel load)

เมื่อถนนถูกน้ำหนักมากระทำกันมากๆ ครั้ง หรือมีรถบรรทุกวิ่งผ่านเป็นจำนวนมากจะทำให้เกิดการชำรุดหรือเสียหายในลักษณะความล้าของวัสดุ (Fatigue) ที่ประกอบเป็นโครงสร้างถนน ในการออกแบบโครงสร้างทาง (Pavement Design) จะใช้จำนวน ESAL หรือ Equivalent Single Axle Load 18,000 lb. เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดความหนาของชั้นโครงสร้างทางหรือเป็นเกณฑ์ที่จะต้องใช้ในการพัฒนาในช่วงอายุการใช้งาน (Design period)

ประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยาง

กรมทางหลวง (2550) ได้กำหนดประเภทความเสียหายของผิวทางลาดยางไว้ดังนี้

1. รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack)

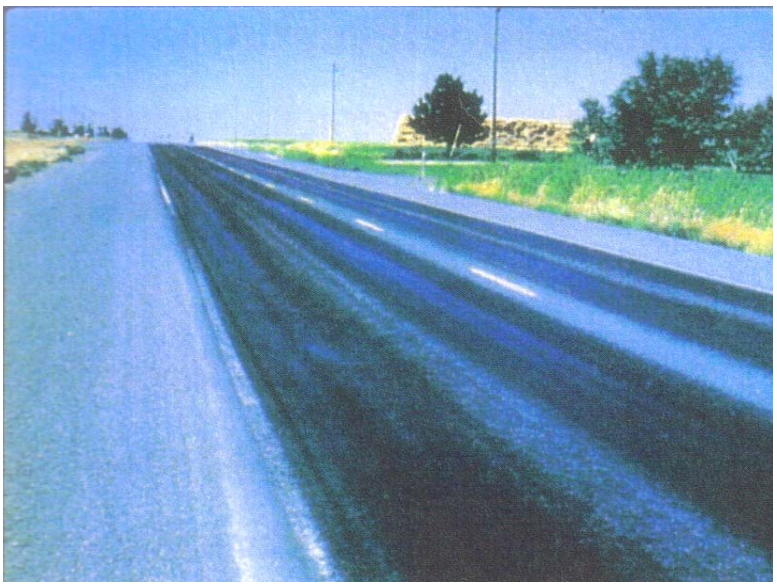
รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack) มีลักษณะเป็นรอยแตกที่พบได้ทั้งตามแนวยาว (Longitudinal Crack) และแนวขวาง (Transverse Crack) สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (ยืดและหดตัว) ของวัสดุผิวทางแอสฟัลต์ ซึ่งอาจมีรอยแตกเส้นเดียวตามแนวยาวหรือแนวขวางของถนน และถือว่าเป็นความเสียหายเบา ดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

2. ผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)

ผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding) มีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ ของยางแอสฟัลต์เกิดขึ้นบนผิวทาง ปรากฏเป็นลักษณะแวววาว เป็นมันและเหนียวหนึบ มีสาเหตุเนื่องมาจากมีปริมาณของยางแอสฟัลต์ในส่วนผสมของแอสฟัลต์คอนกรีตมากเกินไป หรือในส่วนผสมมีปริมาณช่องว่างในอากาศ (Air Void) ต่ำ เมื่ออากาศร้อน ยางแอสฟัลต์จะเยิ้มออกมาบนผิวทาง แม้ว่าอุณหภูมิจะลดลง การเยิ้มก็จะไม่ย้อนกลับ แต่จะสะสมอยู่บนผิวทาง ดังแสดงในภาพที่ 3

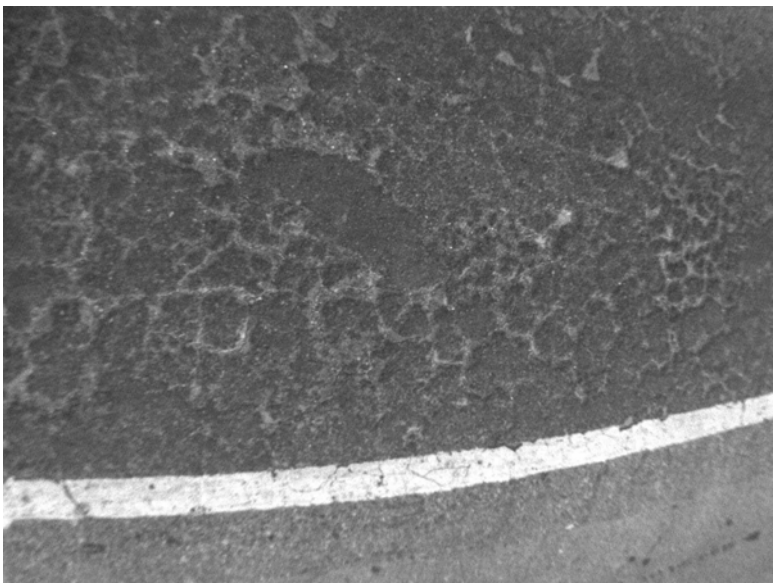


ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

3. การหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate)

การหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate) มีลักษณะเป็นผิวทางที่ขรุขระคล้ายหน้าข้าวตัง สาเหตุเกิดจากยางแอสฟัลต์ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมประสานเริ่มแข็งตัวตามอายุการใช้งาน สูญเสียแรงยึดเกาะ ทำให้วัสดุมวลรวมหลุดร่อนออกไป หรือเกิดจากขั้นตอนการก่อสร้าง เนื่องจากการบดอัดไม่เพียงพอ การปูผิวทางที่บางในระหว่างอากาศเย็น การใช้วัสดุมวลรวมสกปรกหรือไม่ยึดเกาะ การใช้ยางแอสฟัลต์น้อยเกินไป หรือการให้ความร้อนในการผสมสูงเกินไป การหลุดร่อนนี้อาจเกิดจากการใช้ยานพาหนะบางชนิดวิ่งผ่าน เช่น ล้อตีนตะขาบ เป็นต้น หรือการที่มีน้ำมันหกลงบนผิวทาง ทำให้ผิวทางด้านบนอ่อนตัว และวัสดุมวลรวมหลุดร่อน ดังแสดงในภาพที่ 4

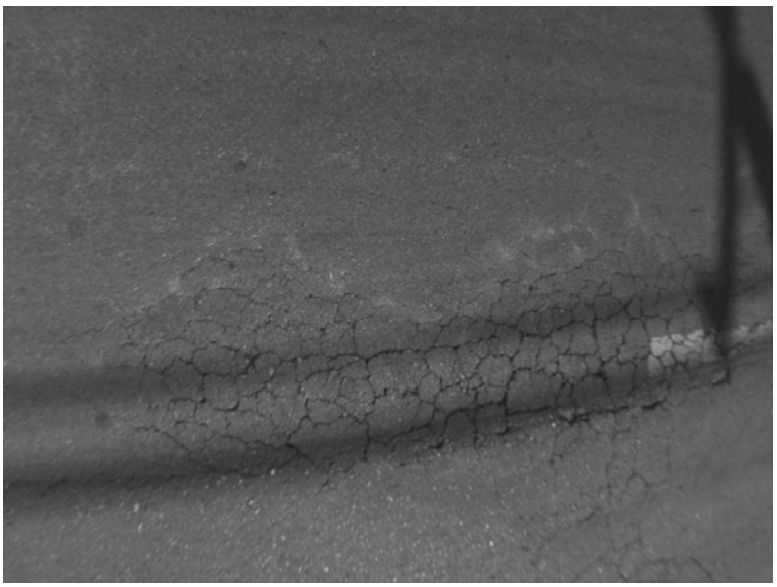


ภาพที่ 4 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทการหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

4. รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)

รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack) มีลักษณะเป็นรอยแตกแบบต่อเนื่อง มีสาเหตุมาจากความล้าของวัสดุชั้นผิวทางแอสฟัลต์หรือชั้นพื้นทาง โดยน้ำหนักกระทำซ้ำของปริมาณการจราจร รอยแตกนี้จะเริ่มเกิดที่ผิวชั้นล่างของชั้นผิวทางแอสฟัลต์หรือชั้นพื้นทาง ซึ่งมีความเครียดและความเค้นสูง ภายใต้การกระทำของน้ำหนักล้อรถ รอยแตกจะขยายตัวขึ้นมาปรากฏที่ผิวทางหนึ่งเส้นหรือมากกว่า ขนานกันตามแนวยาว จากนั้นจะเกิดรอยแตกเชื่อมต่อกันเป็นตารางเล็ก ๆ คล้ายหนังจระเข้ นอกจากนี้ ยังอาจมีสาเหตุมาจากการแอ่นตัวของผิวทางมากเกินไป เนื่องจากวัสดุโครงสร้างชั้นทางไม่ได้คุณภาพ กำลังรับน้ำหนักของวัสดุลดลง ในชั้นวัสดุใต้ผิวทางมีความชื้นสูง เกิดการอ่อนตัว ผิวทางแอสฟัลต์บางเกินไป หรือความหนาของโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ และมีน้ำหนักกระทำซ้ำมากเกินกว่าโครงสร้างชั้นทางนั้นจะรับได้ ดังแสดงในภาพที่ 5

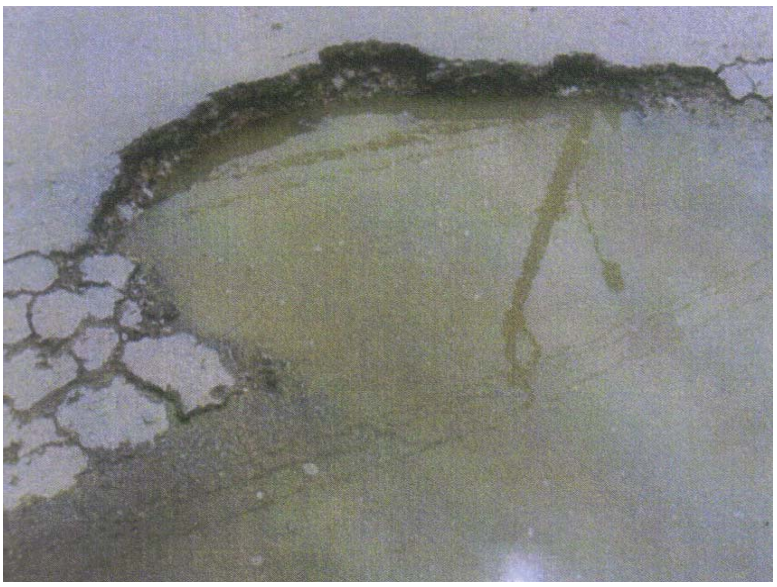


ภาพที่ 5 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

5. หลุมบ่อ (Pot Hole)

หลุมบ่อ (Pot Hole) มีลักษณะความเสียหายเป็นแอ่งหรือถ้วย มีหลายขนาด โดยทั่วไปมีขอบคมและเป็นแนวตรงบริเวณปากหลุม หลุมบ่อเป็นความเสียหายที่เกิดจากรอยแตกหนังจระเข้ การบวมตัว ผิวหลุดร่อน รอยปะซ่อมที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งชิ้นส่วนที่ไม่ยึดเกาะเหล่านี้จะหลุดออกไปตามแรงกระทำของล้อรถ วัสดุชั้นทางที่อยู่ใต้ลงไปก็จะหลุดออกตามมา จนเกิดเป็นหลุมบ่อที่มีความลึกมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทหลุมบ่อ (Pot Hole)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

6. การเสียรูปร่างของผิวทาง (Surface Deformation)

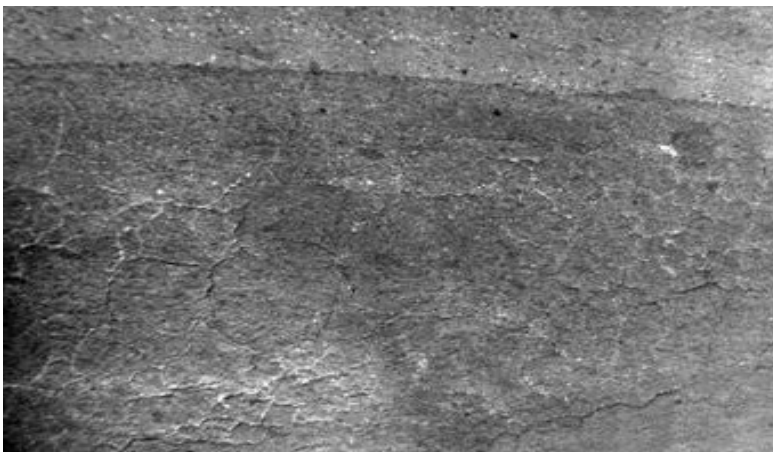
การเสียรูปร่างของผิวทาง (Surface Deformation) มีลักษณะเป็นการยุบตัวเป็นแอ่งกระทะ โดยมีระดับต่ำกว่าผิวทางในบริเวณข้างเคียง เกิดขึ้นเป็นแห่ง ๆ มีสาเหตุเนื่องจากการทรุดตัวของชั้นทางใต้ผิวทาง หรือจากขั้นตอนการก่อสร้างที่มีการบดอัดชั้นดินคันทางไม่เพียงพอ สามารถสังเกตได้ง่ายก็ต่อเมื่อมีน้ำฝนขัง ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทการเสียรูปร่างของผิวทาง (Surface Deformation)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

7. รอยปะซ่อม (Unsatisfactory Patching)

รอยปะซ่อม (Unsatisfactory Patching) มีลักษณะเป็นการปะซ่อม หรือการขุดซ่อมผิวจราจรเดิมที่เกิดความเสียหายโดยการเสริมวัสดุใหม่ อาจทำให้คุณภาพการใช้งานไม่ดีเท่าผิวจราจรเดิม จึงถือว่าเป็นความเสียหายอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งรอยปะซ่อมที่เสื่อมสภาพหรือชำรุดทรุดโทรม จะมีผลกระทบต่อคุณภาพการใช้งานเป็นอย่างมาก ถือเป็นความเสียหายหนัก จึงจำเป็นต้องรื้อซ่อมแซมใหม่ ดังแสดงภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทรอยปะซ่อม (Unsatisfactory Patching)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

8. ความเสียหายของขอบผิวทาง (Edge Deterioration)

ความเสียหายของขอบผิวทาง (Edge Deterioration) มีลักษณะรอยแตกร้าวหรือรอยบิ่นตรงขอบผิวทาง ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ภาพตัวอย่างความเสียหายของขอบผิวทาง (Edge Deterioration)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

9. ความเสียหายที่ไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง (Shoulder Edge Step)

ความเสียหายที่ไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง (Shoulder Edge Step) มีลักษณะความเสียหายที่มักเกิดขึ้นบนถนนคอนกรีตที่มีไหล่ทางเป็นแอสฟัลต์คอนกรีต โดยเป็นความเสียหายในลักษณะที่ผิวจราจรและไหล่ทางมีระดับที่แตกต่างกันจนอาจเป็นอันตรายต่อผู้สัญจร การทรุดตัวต่างระดับมักเกิดขึ้นร่วมกับการแยกตัวของไหล่ทางเสมอ และเป็นเหตุให้น้ำสามารถไหลซึมลงสู่ชั้นโครงสร้างทาง การทรุดตัวที่ไหล่ทางอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ ทั้งการบดอัดไหล่ทางไม่เพียงพอ การทรุดตัวของวัสดุชั้นทางใต้แผ่นพื้นคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 10

ภาพที่ 10 ภาพตัวอย่างความเสียหายที่ไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง (Shoulder Edge Step)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

10. ความเสียหายที่ไหล่ทาง (Shoulder Deterioration)

ความเสียหายที่ไหล่ทาง (Shoulder Deterioration) มีลักษณะความเสียหายเป็นหลุมบ่อ หรือผิวไหล่ทางหลุดร่อน มีรอยแตกต่อเนื่องจำนวนมาก มีการยุบตัว หรือมีรอยปะซ่อม ดังแสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11 ภาพตัวอย่างความเสียหายที่ไหล่ทาง (Shoulder Deterioration)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

11. ร่องล้อ (Wheel Truck Rutting)

ร่องล้อ (Wheel Truck Rutting) มีลักษณะความเสียหายเป็นผิวจราจรยุบตัวเป็นร่องตามรอยของล้อรถ ภายใต้น้ำหนักจราจร หรือมีการเคลื่อนตัวด้านข้าง โดยอาจปรากฏผิวจราจรปูดที่บริเวณขอบของร่องดังกล่าว มีสาเหตุมาจากน้ำหนักจราจรมากเกินพิกัด ความหนาของโครงสร้างชั้นทางไม่เพียงพอ การบดทับชั้นวัสดุไม่แน่นพอ หรือเกิดจากความอ่อนแอของวัสดุชั้นทางที่อยู่ใต้ผิวจราจร ดังแสดงในภาพที่ 12

ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างความเสียหายประเภทร่องล้อ (Wheel Truck Rutting)

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

12. ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index: IRI)

ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI) หรือ ดัชนีความขรุขระสากล เป็นค่าที่ใช้ในการตรวจสอบและระบุระดับความขรุขระของผิวทาง มีหน่วยเป็นความยาวต่อระยะทาง เช่น มิลลิเมตรต่อเมตร เมตรต่อกิโลเมตร เป็นต้น

ประเภทการซ่อมบำรุงทางหลวง

กรมทางหลวง (2550) ได้แบ่งกิจกรรมงานบำรุงรักษาทางออกเป็นกิจกรรมต่างๆ คือ งานบำรุงปกติ งานบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา งานบำรุงพิเศษ และงานบำรุงฉุกเฉิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาทางอยู่เป็นประจำ เพื่อให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดี ทำให้ผู้ใช้ถนนได้รับความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยในการขับขี่และเพื่อป้องกันมิให้ความเสียหายลุกลามแผ่กว้างออกไป เช่น งานกวาดเกลี่ยหรือขึ้นรูปบดทับใหม่สำหรับผิวทางลูกรัง งานอุดรอยแตก (Sealing) งานฉาบผิว (Seal Coat) งานปะซ่อมผิวทาง (Skin Patch) งานขุดซ่อมผิวทาง (Deep Patch) ของผิวลาดยาง และงานอุดรอยต่อของผิวคอนกรีต เป็นต้น

2. งานบำรุงรักษาตามกำหนดเวลา (Periodic Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาทางตามช่วงเวลาที่กำหนดเพื่อเป็นการต่ออายุให้ทางอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้นานขึ้น เช่น งานเสริมผิวลูกรัง, งานฉาบผิวทางลาดยาง งานเสริมผิวแอสฟัลท์ติกคอนกรีต เป็นต้น

3. งานบำรุงพิเศษ (Special Maintenance) หมายถึง การบำรุง, เสริมแต่ง, และปรับปรุงทางที่ชำรุด เสียหายเกินกว่าที่จะทำการซ่อมบำรุงโดยวิธีปกติ ให้กลับสู่สภาพเดิม รวมทั้งแก้ไขปรับปรุงหรือเพิ่มเติมสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้การใช้ทางหลวงเป็นไปด้วยความปลอดภัย เช่น งานซ่อมสร้างทาง, งานปรับปรุงไหล่ทาง, งานปรับปรุงคอสะพาน, งานซ่อมไหล่ทาง, งานซ่อมสะพาน งานแก้ไขน้ำท่วมทาง งานก่อสร้างทางระบายน้ำถาวร และงานติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น

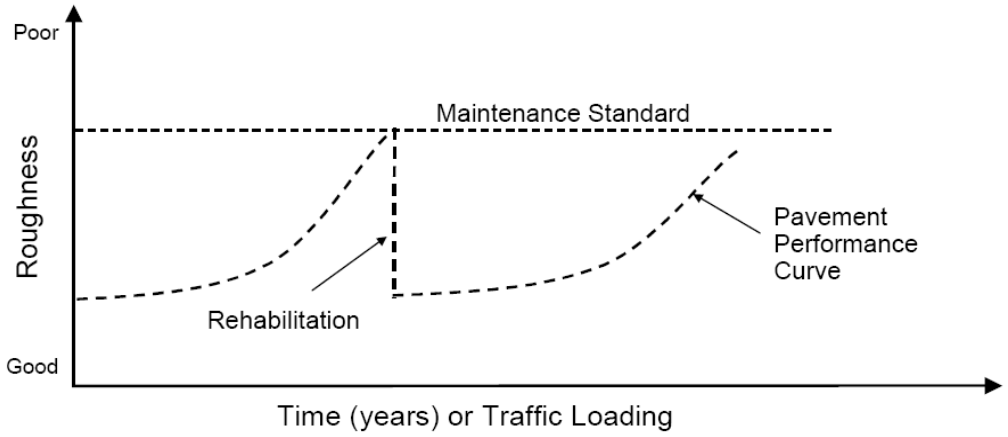
4. งานซ่อมฉุกเฉิน (Emergency Maintenance) การซ่อมบำรุงทางที่เกิดความเสียหายขึ้นโดยฉับพลัน ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ให้สามารถเปิดการจราจรได้ในขั้นแรกก่อน เช่น การเกิดอุทุกภัย ทำให้ถนนขาดหรือลื่นไถล (Slide) หรือเกิดวาตภัย ทำให้ต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ล้มลงมาปิดกันการจราจร หินหรือดินบนภูเขาถล่มลงมากองบนถนนทำให้ยวดยานไม่สามารถสัญจรไปมาได้ เป็นต้น

ระบบ HDM–4

หลายหน่วยงานทั่วโลกได้นำโปรแกรม HDM–4 ไปใช้งานและได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองบางส่วนให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ศึกษา เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา อินเดีย เป็นต้น สำหรับประเทศไทยได้มีการนำโปรแกรมดังกล่าวมาใช้ในหลายโครงการ เช่น การศึกษาและวิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองของประเทศไทย (ทางด่วนมอเตอร์เวย์) โครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทางพื้นที่ภาคกลาง ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า โปรแกรม HDM–4 สามารถนำไปใช้งานกับถนนผิวทางแอสฟัลต์ได้เป็นอย่างดี โดยโปรแกรมดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวความคิดพื้นฐาน

ระบบ HDM–4 หรือ Highway Development and Management Tool เป็นซอฟต์แวร์ระบบบริหารงานบำรุงทางมาตรฐานของธนาคารโลก (World Bank) ซึ่งถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการวิเคราะห์วิธีซ่อมบำรุงทางที่เหมาะสมสำหรับจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางที่หลากหลายรูปแบบทั้งระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งใช้วิเคราะห์ระยะเวลาการใช้งานของทาง (Life–Cycle Analysis) เพื่อพยากรณ์ผลกระทบต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในช่วงอายุการใช้งานของทาง โดยทั่วไปการเสื่อมสภาพของผิวทางเกิดจากหลายปัจจัย เช่น ปริมาณการจราจร สภาพภูมิอากาศ ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ ปัจจัยที่เป็นผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการเสื่อมสภาพของผิวทาง ได้แก่ เกณฑ์มาตรฐานการซ่อมบำรุงต่าง ๆ (Maintenance Standards) ที่นำมาใช้ซ่อมแซมและป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้น ภาพที่ 13 แสดงสภาพของผิวทางที่เป็นผลมาจากการซ่อมบำรุง ซึ่งแสดงด้วยค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index: IRI)



ภาพที่ 13 หลักการวิเคราะห์แบบ Life–Cycle Analysis ของ HDM–4

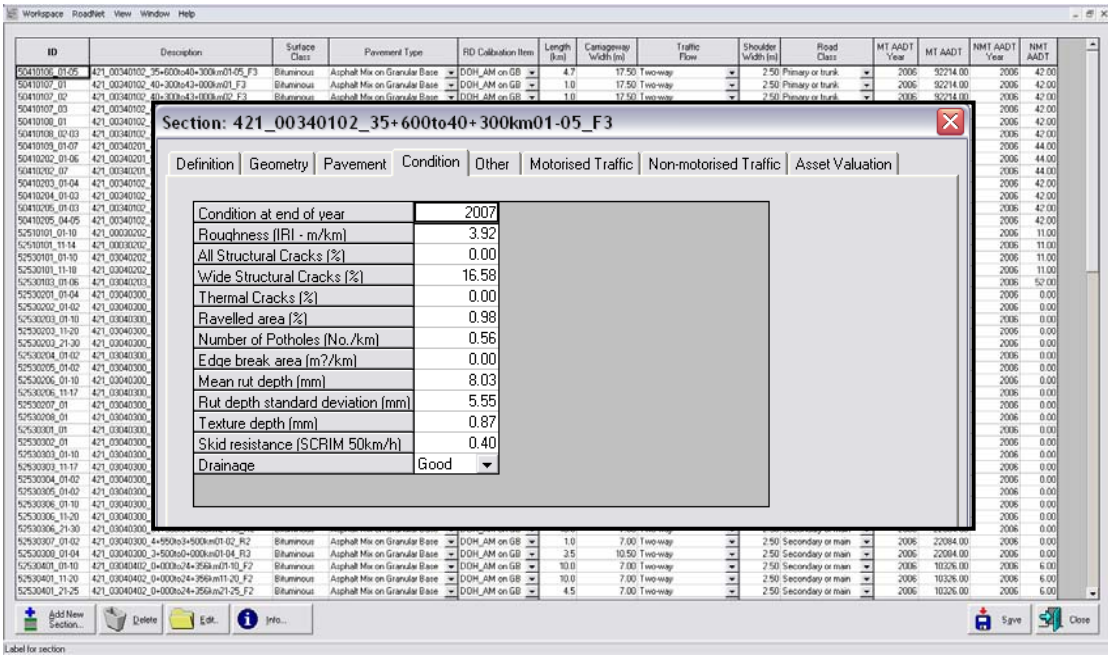
ที่มา: The World Road Association (PIARC) (2007)

2. วิธีการวิเคราะห์

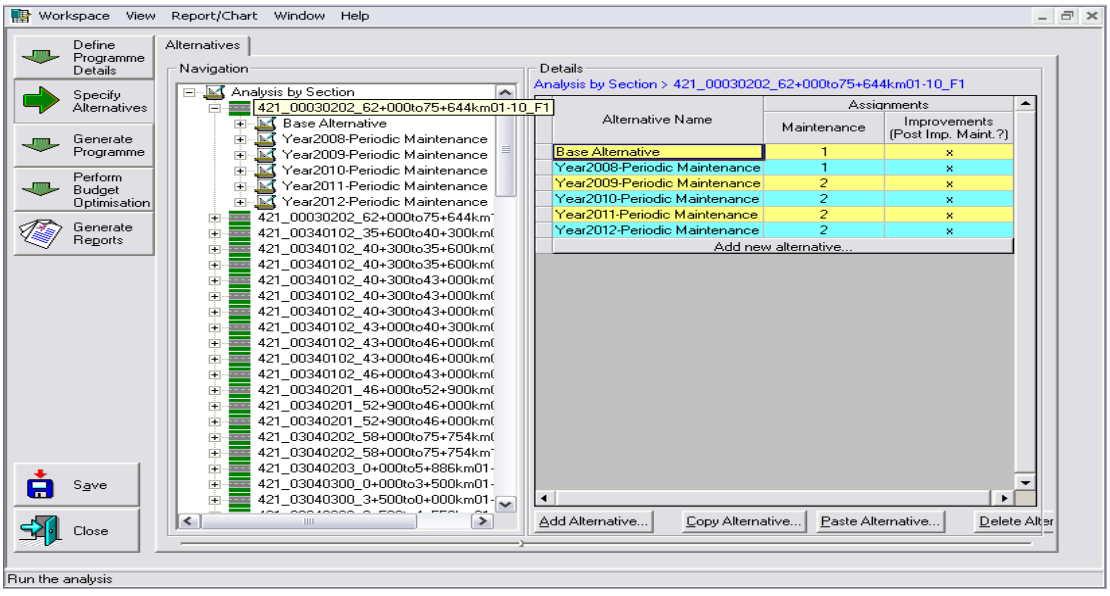
ในปี 2550 โครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทางพื้นที่ภาคกลาง โดยสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ได้นำโปรแกรม HDM–4 มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางหลวงระยะ 5 ปี โดยใช้การวิเคราะห์เชิงแผนงาน (Programme Analysis) แบบ Life–Cycle Analysis ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญ (Prioritisation) ของการบำรุงรักษาสายทางแต่ละเส้น (Section) ในช่วงเวลาที่ต้องการวิเคราะห์ ภายใต้กรอบงบประมาณที่กำหนด โดยพิจารณาจากทางเลือกของการบำรุงรักษาแต่ละประเภทซึ่งแบ่งตามลักษณะของงานที่ให้ผลประโยชน์ตอบแทนมากที่สุด ส่วนดัชนีของผลตอบแทนที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญได้พิจารณาจากสัดส่วนของมูลค่าผลประโยชน์ปัจจุบันสุทธิและค่าใช้จ่าย (NPV/CAP)

โดยโครงข่ายถนนที่จะใช้วิเคราะห์ได้ถูกกำหนดไว้ 2 แบบ คือ โครงข่ายถนนตามหมายเลขควบคุม 8 หลัก (Control Section) และโครงข่ายถนนตามหมายเลขควบคุมที่ตัดช่วงความยาวทุก 1 กม. ทั้งนี้ ทุกสายทางในโครงข่ายดังกล่าวจะต้องมีลักษณะทางกายภาพที่เหมือนกัน (Homogeneous Section) ทางเลือกของงานซ่อมบำรุงถูกกำหนดเป็น 2 แบบ คือ การบำรุงขั้นต่ำ ซึ่งได้แก่งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) และการบำรุงตามกำหนดเวลา (Periodic Maintenance) ซึ่งประกอบด้วยงานฉาบผิวทาง งานเสริมผิวทาง งานปะซ่อมผิวทางและงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์

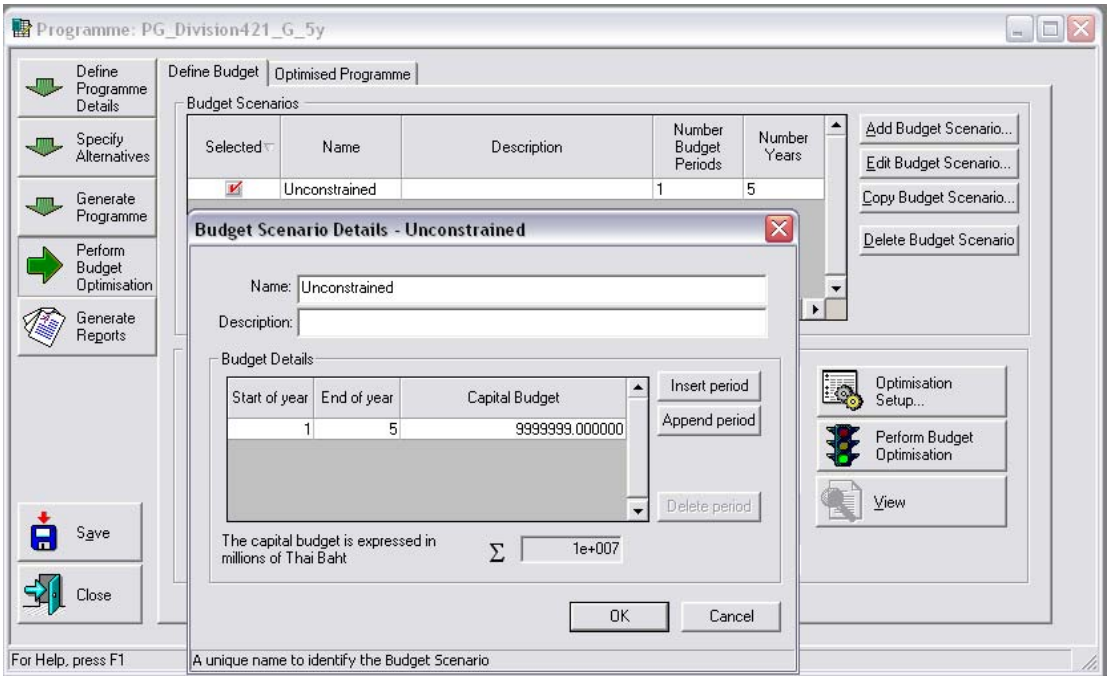
ส่วนงบประมาณที่ใช้วิเคราะห์ได้กำหนดไว้ 2 แบบ คือ งบประมาณที่กรมทางหลวงคาดว่าจะได้รับจริง (Constrained) และงบประมาณแบบไม่จำกัด (Unconstrained) โดยภาพที่ 14 ถึงภาพที่ 17 แสดงตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม HDM–4



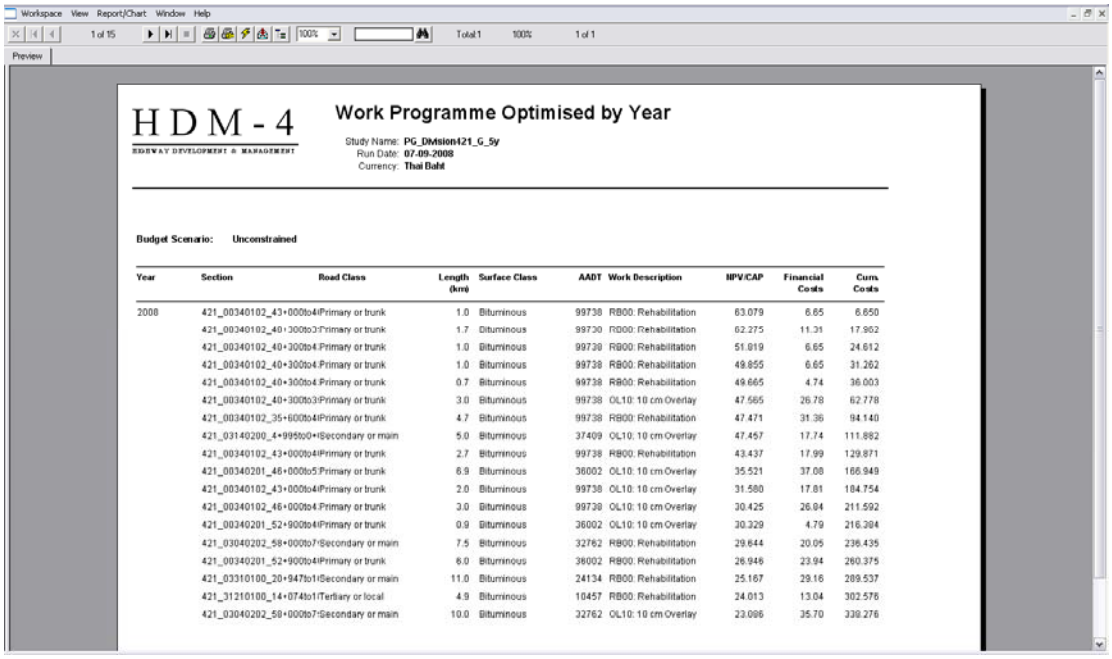
ภาพที่ 14 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของถนน (Homogeneous Section) ในโปรแกรม HDM–4



ภาพที่ 15 การกำหนดข้อมูลทางเลือกของงานซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4



ภาพที่ 16 การกำหนดงบประมาณในการซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4



ภาพที่ 17 แผนการจัดลำดับความสำคัญของสายทางในการบำรุงรักษาทางในโปรแกรม HDM–4

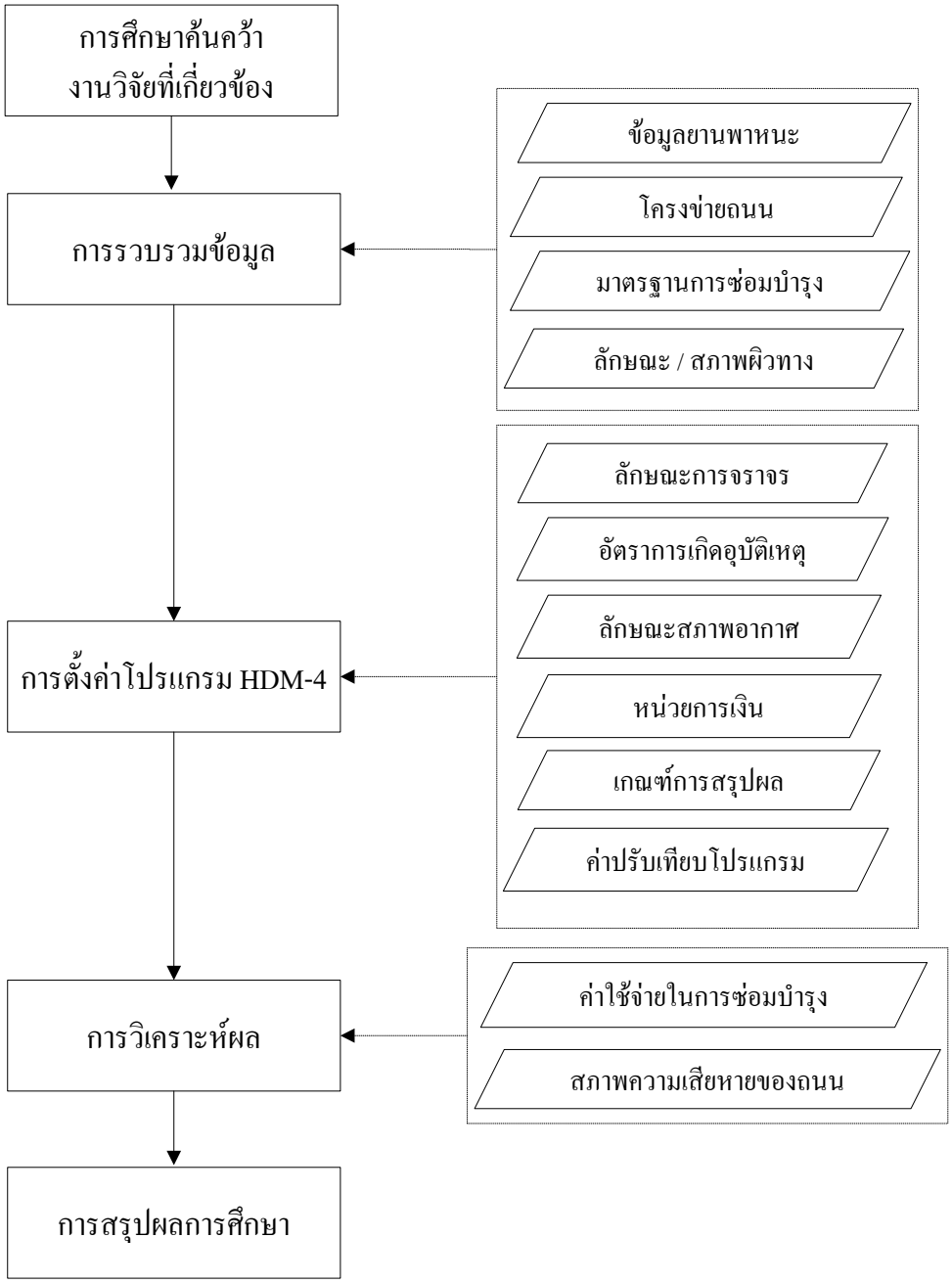
อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์
2. โปรแกรม HDM–4
3. โปรแกรม SPSS
4. โปรแกรม Microsoft Access 2003
5. โปรแกรม ArcView
6. โปรแกรม MapInfo 6.0

วิธีการ

สำหรับขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้แสดงดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาผลกระทบของน้ำหนักบรรทุกที่มีผลต่อการบำรุงรักษาทาง ต้องอาศัยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลยานพาหนะ
2. โครงข่ายถนน
3. มาตรฐานการซ่อมบำรุง
4. ลักษณะสภาพผิวทาง

1.1 ข้อมูลยานพาหนะ

ในการศึกษาจะทำการกำหนดประเภทของรถบรรทุกที่ทำการศึกษา แล้วจึงรวบรวมข้อมูลน้ำหนักบรรทุก และสัดส่วนของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 ประเภทของรถบรรทุกที่ทำการศึกษา

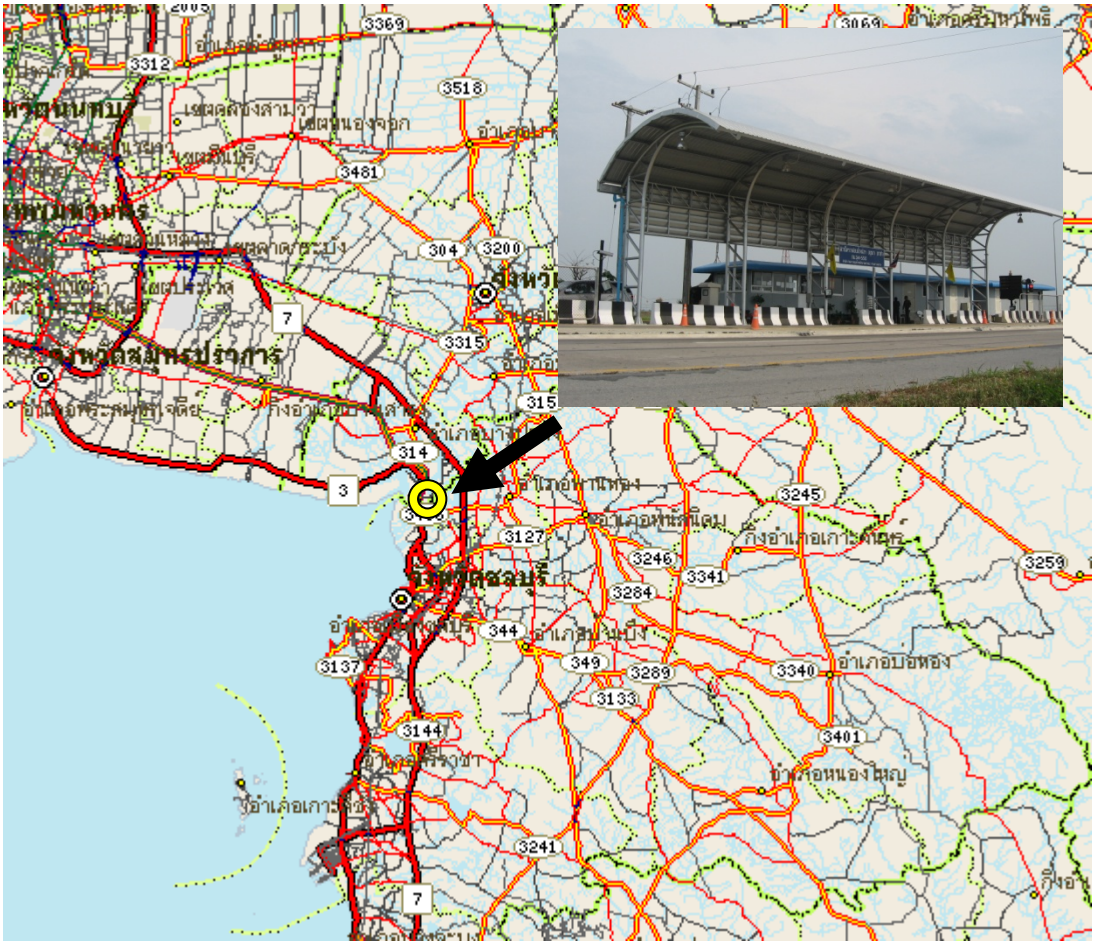
ทำการศึกษารถบรรทุก 4 ชนิดที่ใช้ในประเทศไทย ดังนี้

1. รถบรรทุก 6 ล้อ
2. รถบรรทุก 10 ล้อ
3. รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ
4. รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ

1.1.2 ข้อมูลน้ำหนักบรรทุก

ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกได้จากด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนโครงข่ายทางหลวงของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) ซึ่งมีอยู่เพียง 1 แห่ง ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา คือ ด่านชั่งน้ำหนักถาวรชลบุรี (ขาเข้า) ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 3 (กม.84+620) บริเวณแยกทางหลวงหมายเลข 34 - ชลบุรี ดังแสดงในภาพที่ 19

การเก็บข้อมูลน้ำหนักบรรทุก เริ่มเก็บตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2551 ถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2551 โดยเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 20 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่เก็บมาได้จากด่านชั่งน้ำหนัก



ภาพที่ 19 ตำแหน่งด่านชั่งน้ำหนักที่เก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 ข้อมูลน้ำหนักบรรทุกได้จากด่านชั่งน้ำหนักถาวร

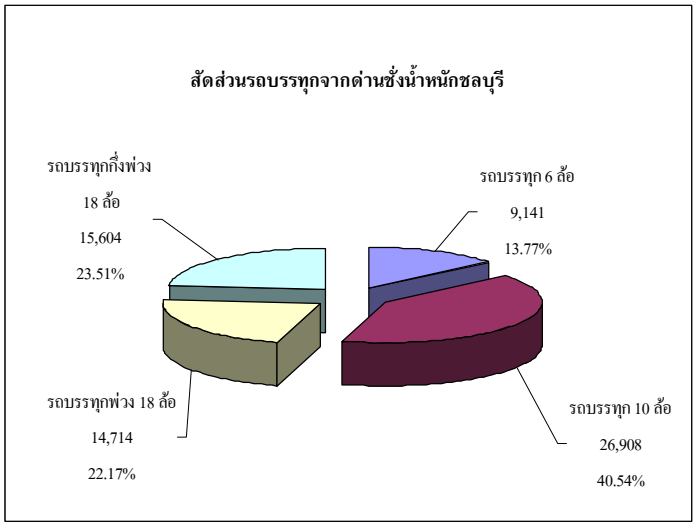
ด่านชั่งน้ำหนักถาวร	รถบรรทุก 6 ล้อ (คัน)	รถบรรทุก 10 ล้อ (คัน)	รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ (คัน)	รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ (คัน)	รวม (คัน)
ชลบุรี (ขาเข้า)	9,141	26,908	14,714	15,604	66,367

ที่มา: ด่านชั่งน้ำหนักถาวร สำนักงานควบคุมน้ำหนักยานพาหนะ กรมทางหลวง (2551)

nId	dDate	tTime	sTruck	sNumAxel	nWeight	nOverWeight	sUser	sTruckLice	sPost
1	1/1/2008	0:56:13	10 ล้อ	3 เพลา	24310	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	81-1942ip	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
2	1/1/2008	1:26:28	กึ่งพ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	30400	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	73-5818กข	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
3	1/1/2008	1:37:55	10 ล้อ	3 เพลา	22530	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	70-1928กข	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
4	1/1/2008	1:50:04	10 ล้อ	3 เพลา	24590	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	80-4926รย	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
5	1/1/2008	2:11:03	10 ล้อ	3 เพลา	23550	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	74-4301กข	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
6	1/1/2008	2:11:14	6 ล้อ	2 เพลา	11020	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	84-5321ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
7	1/1/2008	2:16:01	พ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	42430	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	82-1921รย	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
8	1/1/2008	2:58:32	พ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	20180	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	81-7745รย	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
9	1/1/2008	3:05:32	10 ล้อ	3 เพลา	24350	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	94-2846กข	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
10	1/1/2008	3:32:36	พ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	43380	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	85-9985รย	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
11	1/1/2008	4:57:55	กึ่งพ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	34150	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	70-5201ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
12	1/1/2008	4:58:11	10 ล้อ	3 เพลา	10860	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	84-7951ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
13	1/1/2008	6:55:21	กึ่งพ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	34250	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	70-9739ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
14	1/1/2008	6:58:46	10 ล้อ	3 เพลา	18240	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	81-6541ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
15	1/1/2008	6:59:41	10 ล้อ	3 เพลา	11510	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	80-8055ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
16	1/1/2008	7:00:00	6 ล้อ	2 เพลา	10810	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	82-5865ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
17	1/1/2008	7:20:51	6 ล้อ	2 เพลา	12320	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	82-0848ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
18	1/1/2008	7:44:52	กึ่งพ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	44840	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	70-4269รย	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)
19	1/1/2008	7:53:24	กึ่งพ่วง 18 ล้อ	5 เพลา	44100	0	นายจิราภัทร เทพทับทิม	70-4722ชบ	ด่านชั่งฯ ชลบุรี(ขาเข้า)

ภาพที่ 20 ตัวอย่างข้อมูลจากด่านชั่งน้ำหนัก

จากข้อมูลน้ำหนักที่ได้จากการสำรวจ พบว่า ในระยะเวลาการเก็บข้อมูล 1 เดือน จากด่านชั่งน้ำหนัก มีรถเข้าชั่งน้ำหนักทั้งหมด 66,367 คัน แบ่งเป็น รถบรรทุก 6 ล้อ 9,141 คัน คิดเป็นร้อยละ 13.77 ของรถทั้งหมด รถบรรทุก 10 ล้อ 26,908 คัน คิดเป็นร้อยละ 40.54 ของรถทั้งหมด รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ 14,714 คัน คิดเป็นร้อยละ 22.17 ของรถทั้งหมด รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ 15,604 คัน คิดเป็นร้อยละ 23.51 ของรถทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 สัดส่วนรถบรรทุกจากด่านชั่งน้ำหนักชลบุรี

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการบรรทุกของรถแต่ละประเภทในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจจะพบว่า รถบรรทุกส่วนใหญ่บรรทุกสินค้าอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 99 ของปริมาณรถทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลทางสถิติที่มีการบันทึกไว้ในปี พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2550 ซึ่งได้แสดงในตารางที่ 3 จะพบว่า ข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ รถบรรทุกส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตามกฎหมาย โดยมีรถบรรทุกที่บรรทุกสินค้าเกินกฎหมายกำหนดไว้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 2 จำนวนรถบรรทุกเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักตามกฎหมายกำหนด

ประเภทรถบรรทุก	จำนวนรถบรรทุกเมื่อเทียบกับค่าน้ำหนักตามกฎหมายกำหนด		
	ไม่เกิน (คัน)	เกิน (คัน)	รวม (คัน)
รถบรรทุก 6 ล้อ	9,136	5	9,141
รถบรรทุก 10 ล้อ	26,888	20	26,908
รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ	14,709	5	14,714
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ	15,596	8	15,604
รวม	66,329	38	66,367

ตารางที่ 3 สถิติการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกด่านชั่งน้ำหนักชลบุรี

ปี	สถิติการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกด่านชั่งน้ำหนักชลบุรี		
	ไม่เกิน (คัน)	เกิน (คัน)	รวม (คัน)
พ.ศ. 2549	287,136	8	287,144
พ.ศ. 2550	795,659	25	795,684

ที่มา: สำนักงานควบคุมน้ำหนักยานพาหนะ กรมทางหลวง (2550)

เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าน้ำหนักบรรทุก จะได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปค่าน้ำหนักรถบรรทุกจากด่านชั่งน้ำหนักถาวร

ประเภทรถบรรทุก	ค่าน้ำหนักจากด่านชั่งน้ำหนักถาวร				
	ค่าฐานนิยม (Kg)	ค่าเฉลี่ย (Kg)	ค่าสูงสุด (Kg)	ค่าต่ำสุด (Kg)	ค่าตามกฎหมายกำหนด (Kg)
รถบรรทุก 6 ล้อ	13,070.00	13,298.30	24,710.00	3,740.00	15,000
รถบรรทุก 10 ล้อ	24,870.00	21,252.09	41,840.00	8,060.00	25,000
รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ	46,740.00	42,043.31	51,430.00	14,630.00	47,000
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ	44,450.00	36,018.93	49,130.00	14,210.00	45,000

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรถบรรทุกแต่ละประเภทมีค่าน้อยกว่าค่าตามกฎหมายที่กำหนดไว้ โดยพบว่ารถบรรทุก 6 ล้อ มีค่าเท่ากับ 13,298.30 กิโลกรัม (ค่าตามกฎหมายกำหนด คือ 15,000 กิโลกรัม) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรถบรรทุก 10 ล้อ มีค่าเท่ากับ 21,252.09 กิโลกรัม (ค่าตามกฎหมายกำหนด คือ 25,000 กิโลกรัม) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ มีค่า

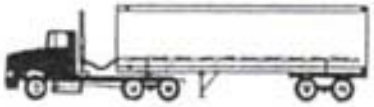
เท่ากับ 42,043.31 กิโลกรัม (ค่าตามกฎหมายกำหนด คือ 47,000 กิโลกรัม) และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ มีค่าเท่ากับ 36,018.93 กิโลกรัม (ค่าตามกฎหมายกำหนด คือ 45,000 กิโลกรัม) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงค่าฐานนิยม ซึ่งเป็นค่าทางสถิติที่บ่งบอกให้เห็นถึงน้ำหนักส่วนใหญ่ที่ใช้ในการบรรทุกจะพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับที่กฎหมายกำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ประกอบการส่วนใหญ่จะพยามบรรทุกสินค้าให้ได้เต็มพิกัดที่กฎหมายกำหนดไว้เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าลง

ดังนั้นในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทางในกรณีฐาน ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้ค่าน้ำหนักบรรทุกที่กฎหมายกำหนดเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ครอบคลุมถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับผิวทางจากการกำหนดมาตรการในการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกที่อาจจะมีขึ้นในอนาคตตามที่ผู้ประกอบการขนส่งมีการเรียกร้อง ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบค่าความอ่อนไหว (Sensitivity Test) ของน้ำหนักรถบรรทุกที่มีต่อค่าใช้จ่ายของการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทาง โดยแบ่งกรณีที่ทำการทดสอบเป็นดังนี้

1. กรณีที่ 1 กรณีฐานซึ่งมีน้ำหนักเพลาสูงสุดและน้ำหนักบรรทุกรวมตามกฎหมายที่ใช้ในปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 5
2. กรณีที่ 2 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย +เพิ่มอีก 10%
3. กรณีที่ 3 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย +เพิ่มอีก 20%
4. กรณีที่ 4 น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย +เพิ่มอีก 25%

โดยมีรายละเอียดน้ำหนักรถบรรทุกแต่ละประเภทที่ทำการทดสอบในแต่ละกรณี แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 น้ำหนักเพลาสูงสุดและน้ำหนักบรรทุกรวมตามกฎหมายที่ใช้ในปัจจุบัน

ประเภทรถบรรทุก	รูปยานพาหนะ	น้ำหนักเพลาสูงสุด	น้ำหนักบรรทุกรวม
รถบรรทุก 6 ล้อ		11 ตัน	15 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ		10 ตัน	25 ตัน
รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ		11 ตัน	47 ตัน
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ		10 ตัน	45 ตัน

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

ตารางที่ 6 กรณีที่ทำการศึกษา

ประเภทรถบรรทุก	กรณีที่ 1 (กรณีฐาน)	กรณีที่ 2 (+10%)	กรณีที่ 3 (+20%)	กรณีที่ 4 (+25%)
รถบรรทุก 6 ล้อ	15 ตัน	16.5 ตัน	18 ตัน	18.75 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ	25 ตัน	27.5 ตัน	30 ตัน	31.25 ตัน
รถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ	47 ตัน	51.7 ตัน	56.4 ตัน	58.75 ตัน
รถบรรทุกกึ่งพ่วง 18 ล้อ	45 ตัน	49.5 ตัน	54 ตัน	56.25 ตัน

เมื่อได้น้ำหนักรวมที่จะทำการศึกษาในแต่ละกรณีสามารถนำน้ำหนักรวมดังกล่าวมาคำนวณหาน้ำหนักที่กระจายลงเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุกแต่ละประเภทเพื่อหาค่า Equivalent

Standard Axle Load Factor (ESALF) ในโปรแกรม HDM-4 โดยข้อกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 มาตรฐานน้ำหนักรถบรรทุกและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน กรณีที่ 1 (หน่วย : ตัน)

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	15	4	11	-	-	-
10 ล้อ	25	5	10	10	-	-
พ่วง 18 ล้อ	47	5	10	10	11	11
กึ่งพ่วง 18 ล้อ	45	5	10	10	10	10

ที่มา: กรมทางหลวง (2550)

และมีค่าการกระจายน้ำหนักลงเพลาเพื่อที่จะนำไปคำนวณหาค่าการกระจายในกรณีอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าการกระจายน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	1	0.27	0.73	-	-	-
10 ล้อ	1	0.20	0.40	0.40	-	-
พ่วง 18 ล้อ	1	0.11	0.21	0.21	0.23	0.23
กึ่งพ่วง 18 ล้อ	1	0.11	0.22	0.22	0.22	0.22

จากค่าการกระจายน้ำหนักลงเพลาในตารางที่ 12 สามารถแสดงน้ำหนักลงเพลาและน้ำหนักรวมของรถบรรทุกชนิดต่างๆ ในแต่ละกรณีศึกษาได้ดังตารางที่ 9 ถึง ตารางที่ 11

ตารางที่ 9 น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 2 (หน่วย : ตัน)

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	16.5	4.4	12.1	-	-	-
10 ล้อ	27.5	5.5	11	11	-	-
พ่วง 18 ล้อ	51.7	5.5	11	11	12.1	12.1
กึ่งพ่วง 18 ล้อ	49.5	5.5	11	11	11	11

ตารางที่ 10 น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 3 (หน่วย : ตัน)

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	18	4.8	13.2	-	-	-
10 ล้อ	30	6	12	12	-	-
พ่วง 18 ล้อ	56.4	6	12	12	13.2	13.2
กึ่งพ่วง 18 ล้อ	54	6	12	12	12	12

ตารางที่ 11 น้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 4 (หน่วย : ตัน)

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	18.75	5	13.75	-	-	-
10 ล้อ	31.25	6.25	12.5	12.5	-	-
พ่วง 18 ล้อ	58.75	6.25	12.5	12.5	13.75	13.75
กึ่งพ่วง 18 ล้อ	56.25	6.25	12.5	12.5	12.5	12.5

เมื่อได้น้ำหนักที่กระจายลงเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุกแต่ละประเภท (ตารางที่ 7, ตารางที่ 9, ตารางที่ 10 และตารางที่ 11) สามารถหาค่า Equivalent Standard Axle Load Factor (ESALF) ในโปรแกรม HDM-4 โดยใช้สมการที่ 1.2 และตัวอย่างการคำนวณในตัวอย่างที่ 1

$$ESALF = (AXL/SAXL)^{LE} \quad (1.2)$$

เมื่อ ESALF = Equivalent Standard Axle Load Factor

LE = Axle Load Equivalency exponent (เท่ากับ 4)

AXL = น้ำหนักเพลา

SAXL = น้ำหนักเพลามาตรฐาน

- เพลาเดี่ยว ยางเดี่ยว ใช้ 6.6 ตัน
- เพลาเดี่ยว ยางคู่ ใช้ 8.16 ตัน
- เพลาคู่ ยางคู่ ใช้ 9.0 ตัน

ตัวอย่างที่ 1 การหาค่า ESALF สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 25 ตัน

จากตารางที่ 7 น้ำหนักลงเพลาหน้า = 5 ตัน

จากตารางที่ 7 น้ำหนักลงเพลาหลัง = 10 ตัน (เพลาเดี่ยว ยางคู่)

จากสมการที่ 1.2

ค่า ESALF เพลาหน้า = 0.33

ค่า ESALF เพลาหน้า = 1.52

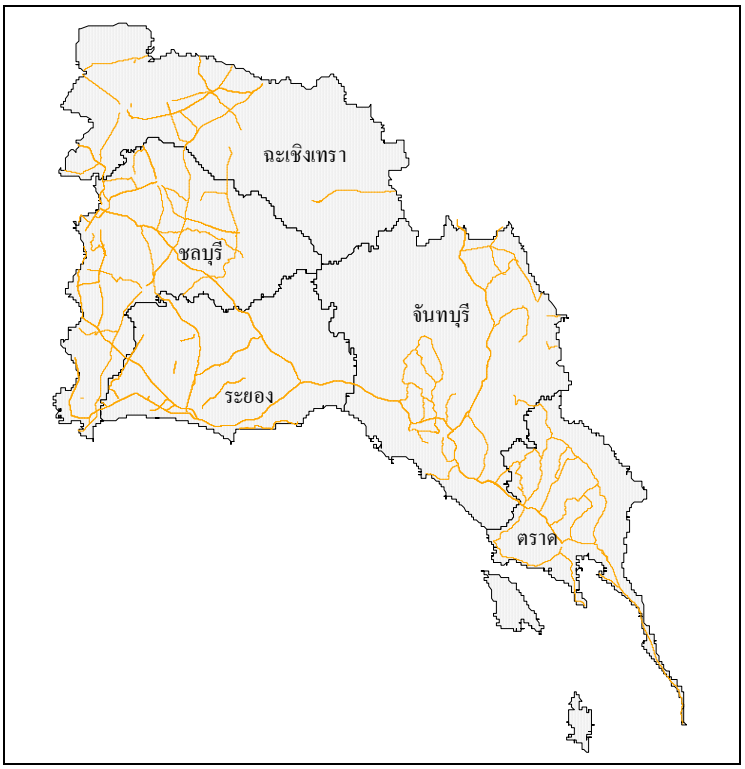
รวม ค่า ESALF = 1.85

ดังนั้น รถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักบรรทุกรวม 25 ตัน มีค่า ESALF เท่ากับ 1.85

หลังจากได้ค่า ESALF ของรถบรรทุกแต่ละประเภทแล้วโปรแกรม HDM-4 จะนำไปคำนวณหาจำนวนการบดทับของเพลามาตรฐานรายปี ซึ่งมีหน่วยเป็น ล้านครั้งต่อเลนต่อปี (million ESA/lane/year)

1.2 โครงข่ายถนน

จากสายทางของสำนักทางหลวงที่ 12 ดังแสดงในภาพที่ 22 โดยแบ่งสายทางตามหมายเลขควบคุม ซึ่งมีทั้งหมด 490 สายทาง แบ่งเป็น 6 แขวงการทาง คือ แขวงการทางฉะเชิงเทรา แขวงการทางชลบุรี แขวงการทางจันทบุรี แขวงการทางตราด แขวงการทางระยอง และสำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2 ซึ่งมีข้อมูลจำนวนสายทาง ระยะทาง และปริมาณจราจรของแต่ละแขวงการทาง ดังแสดงในตารางที่ 12



ภาพที่ 22 โครงข่ายถนนในสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ตารางที่ 12 ข้อมูลโครงข่ายถนนในสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

รหัสแขวง	ชื่อแขวง	จำนวนสายทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	ปริมาณจราจร (คันต่อวัน)
421	แขวงการทางฉะเชิงเทรา	76	517.32	424,098
422	แขวงการทางชลบุรี	68	473.54	218,540
423	แขวงการทางจันทบุรี	105	749.52	60,066
425	แขวงการทางตราด	52	464.73	14,332
426	แขวงการทางระยอง	111	708.02	286,225
428	สำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2	78	339.22	403,373
รวม	สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)	490	3,252.35	1,406,634

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

โดยสายทางหรือสายทางย่อยแต่ละเส้นนั้นจะต้องมีคุณลักษณะทางกายภาพที่เหมือนกัน (Homogeneous) เช่น จำนวนช่องจราจร โครงสร้างทาง ชนิดของผิวทาง เป็นต้น ตารางที่ 13 แสดงรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับโครงข่ายถนน (Road Networks)

ตารางที่ 13 ข้อมูลโครงข่ายถนน (Road Networks)

ลักษณะของข้อมูล	รายละเอียด
ประเภทของถนน (Road Class)	ถนนสายหลัก (Primary or trunk) ถนนสายรอง (Secondary or main) หรือถนนท้องถิ่น (Tertiary or local)
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการจราจรและความเร็ว (Speed Flow Type)	ความจุของถนน (Capacity) ความเร็วของกระแสจราจร ณ ความจุต่างๆ (Speed at Capacity) และมลภาวะเนื่องจากการเร่งเครื่องยนต์ (Maximum Acceleration Noise) สำหรับถนนที่มีความกว้างและจำนวนช่องจราจรต่างกัน
ลักษณะการจราจร (Traffic Flow Pattern)	สัดส่วนของปริมาณจราจรรายชั่วโมงใน 1 ปี ตามสภาพการใช้งานของถนนว่าเป็นการไหลอิสระ (Free-Flow) การเดินทางปกติ (Commuter) การเดินทางระหว่างเมือง (Inter-urban) หรือการเดินทางช่วงเทศกาล (Seasonal)
อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class)	อัตราการเกิดอุบัติเหตุที่มีการตาย (Fatal) บาดเจ็บ (Injury) และความเสียหาย (Damage) มีหน่วยเป็น จำนวนครั้ง/100 ล้านคัน-กม.
ลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone)	ความชื้น (Moisture) อุณหภูมิ (Temperature) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (Precipitation) ความยาวนานของฤดูแล้ง (Duration of dry season) และจำนวนวันที่มีอุณหภูมิ >32°C
ปริมาณจราจร (Traffic Volume)	ปริมาณจราจรเฉลี่ยตลอดปี (AADT) ของยานพาหนะแต่ละประเภท
ลักษณะทางกายภาพ (Geometry Class)	การขึ้น-ลงของภูมิประเทศ (Rise and Fall) ความโค้งแนวราบของถนน (Horizontal curvature) การยกโค้ง (Superelevation) ความเร็วจำกัด (Speed Limit)
ลักษณะของผิวทาง (Pavement Characteristic)	ความแข็งแรงของโครงสร้าง (Structural Number of Pavement) ความหนาของชั้นผิวทาง
สภาพของถนน (Road Condition)	คุณภาพของความสะดวกสบายในการขับขี่ (Ride Quality) ปริมาณความเสียหายของผิวทาง (Surface Distress) สภาพความลื่นไถลของผิวทาง (Surface Texture)
ประวัติการซ่อมบำรุง (Pavement History)	คุณภาพในการก่อสร้าง (Construction Quality) อายุของทาง สภาพความเสียหายของถนนก่อนการซ่อมครั้งล่าสุด (Previous Condition)
อื่นๆ (Miscellaneous)	สภาพการระบายน้ำ (Drainage) จำนวนและชนิดของไหล่ทาง ความต่างระดับของผิวจราจรและไหล่ทาง

1.3 มาตรฐานการซ่อมบำรุง

การกำหนดมาตรฐานงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างมากต่อการพยากรณ์สภาพของผิวทางหลังการจากซ่อม (Work Effects: WE) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงทาง รวมทั้งวิธีซ่อมบำรุง และแผนงานที่ได้จากการวิเคราะห์ ตารางที่ 14 แสดงรายละเอียดในการกำหนดมาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Works Standards)

ข้อมูลเกณฑ์มาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Works Standards) ที่กำหนดโดยกรมทางหลวงในการวิเคราะห์วิธีซ่อมบำรุง ซึ่งข้อมูลดังกล่าว ได้แก่ เกณฑ์มาตรฐานงานซ่อมบำรุงทาง (Maintenance Standard) และค่าใช้จ่ายมาตรฐานงานการซ่อมบำรุง (Works Cost) ดังแสดงในตารางที่ 15 โดยมีรายละเอียดการตั้งค่าแสดงไว้ในภาคผนวก ก มาตรฐานการซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4 ของกรมทางหลวง

ตารางที่ 14 การกำหนดมาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Work Standards)

ลักษณะของข้อมูล	รายละเอียด
ประเภทของการซ่อมบำรุง (Standards)	การซ่อมบำรุงทาง (Maintenance Standard) การปรับปรุงทาง (Improvement Standard) การก่อสร้างถนนใหม่ (New Construction Section)
รายละเอียดและลักษณะของการซ่อมบำรุง(Design)	ชนิดและความหนาของผิวทาง
เงื่อนไขในการซ่อมบำรุง (Intervention)	การกำหนดค่าของเงื่อนไขในการซ่อมบำรุงแต่ละประเภท เช่น สภาพของผิวทาง ปริมาณความเสียหาย ปริมาณจราจร ช่วงเวลาในการซ่อมบำรุง
ค่าใช้จ่าย (Works Costs)	ค่าใช้จ่ายมาตรฐานของการซ่อมบำรุงแต่ละประเภท
ผลจากงานซ่อมบำรุง (Effects)	การกำหนดค่าของผลที่เกิดขึ้นหลังจากการซ่อมบำรุงแต่ละประเภท เช่น สภาพของผิวทาง ปริมาณความเสียหาย

ตารางที่ 15 เกณฑ์มาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Works Standards)

ประเภท (Categories)	มาตรฐานงานซ่อมบำรุงทาง (Maintenance Standard)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ตร.ม.)	
		ราคาทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Cost)	ราคาทางการเงิน (Financial Cost)
งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance)	Routine Maintenance	-	-
งานบำรุงตาม (Periodic Maintenance)	Slurry Seal Type I (SS01)	24.00	30.00
	Slurry Seal Type II (SS02)	48.00	60.00
	Slurry Seal Type III (SS03)	72.00	90.00
	Chip Seal (SC01)	56.00	70.00
	Fog Seal (SF01)	7.20	9.00
	4 cm Overlay (OL04)	152.00	190.00
	5 cm Overlay (OL05)	208.00	260.00
	8 cm Overlay (OL08)	288.00	360.00
	10 cm Overlay (OL10)	408.00	510.00
	Skin Patching (SP00)	224.00	280.00
	Rehabilitation (RB00)	304.00	380.00

ที่มา: กรมทางหลวง (2550)

1.4 ลักษณะ/สภาพผิวทาง

จากการพิจารณาฐานข้อมูลลักษณะสภาพและความเสียหายของถนนลาดยางที่ได้จากการสำรวจของสำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง ซึ่งประกอบด้วยความเสียหายทั้งหมด 12 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 16 เปรียบเทียบกับเงื่อนไขการบำรุงทางสำหรับโปรแกรม HDM–4 พบว่า ข้อมูลสภาพความเสียหายของถนนที่ถูกใช้ในการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวมีเพียง 5 ข้อมูล ซึ่ง

ประกอบด้วยความเสียหาย 6 ประเภท ที่ได้ทำการปรับข้อมูลบางตัวเพื่อให้หน่วยมีความเหมาะสมสำหรับโปรแกรมแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 17 แสดงว่าการวางแผนงานซ่อมบำรุงทางในเชิงปฏิบัติต้องการข้อมูลความเสียหายของถนนเฉพาะประเภทที่มีความสำคัญเท่านั้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ข้อมูลความเสียหายของถนนที่จะนำมาใช้ในการวางแผนงานบำรุงรักษาถนนผิวทางลาดยางด้วยโปรแกรม HDM–4 ในการศึกษานี้ จึงประกอบด้วยข้อมูลสภาพความเสียหายของถนน 5 ข้อมูล ได้แก่ ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index: IRI) ความลึกร่องล้อ (Wheel Truck Rutting) จำนวนหลุมบ่อ (Pot Hole) เปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายแบบมีการหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate) และเปอร์เซ็นต์พื้นที่ความเสียหายที่รอยแตกมีขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร (Wide Structural Cracking)

ตารางที่ 16 ประเภทความเสียหายของถนนลาดยางที่กำหนดโดยกรมทางหลวง

ลำดับที่	ประเภทความเสียหายของถนน	หน่วย
1	ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index: IRI)	ม./กม.
2	ร่องล้อ (Wheel Truck Rutting)	มม.
3	หลุมบ่อ (Pot Hole)	ตร.ม.
4	ความเสียหายของขอบผิวทาง (Edge Deterioration)	ม.
5	การหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate)	ตร.ม.
6	รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)	ตร.ม.
7	รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack)	ม.
8	การเสียรูปร่างของผิวทาง (Surface Deformation)	ตร.ม.
9	รอยปะซ่อม (Unsatisfactory Patching)	ตร.ม.
10	ผิวหน้าเยิ้ม (Bleeding)	ตร.ม.
11	ความเสียหายที่ไหล่ทางต่ำกว่าผิวทาง (Shoulder Edge Step)	ครั้ง
12	ความเสียหายที่ไหล่ทาง (Shoulder Deterioration)	ม.

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

ตารางที่ 17 ประเภทความเสียหายที่ใช้กำหนดเงื่อนไขการบำรุงทางสำหรับโปรแกรม HDM–4

ลำดับที่	ประเภทความเสียหายของถนน	หน่วย
1	ค่าความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (International Roughness Index: IRI)	ม./กม.
2	ร่องล้อ (Wheel Truck Rutting)	มม.
3	หลุมบ่อ (Pot Hole)	หลุม/กม.
4	การหลุดร่อนของวัสดุมวลรวม (Loss of Aggregate)	เปอร์เซ็นต์
5	รอยแตกมีขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร (Wide Structural Cracking)	
	– รอยแตกแบบหนังจระเข้ (Alligator Crack)	
	– รอยแตกแบบไม่ต่อเนื่อง (Non Interconnected Crack)	เปอร์เซ็นต์

ที่มา: สำนักบริหารบำรุงทาง กรมทางหลวง (2550)

2. การตั้งค่าโปรแกรม HDM–4

การตั้งค่าการปรับเทียบข้อมูล (Configuration) ในโปรแกรม HDM-4 ให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา (สำนักทางหลวงที่ 12) ซึ่งถือว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยรายการต่างๆ ที่จะต้องตั้งค่าการปรับเทียบมีรายละเอียดดังนี้

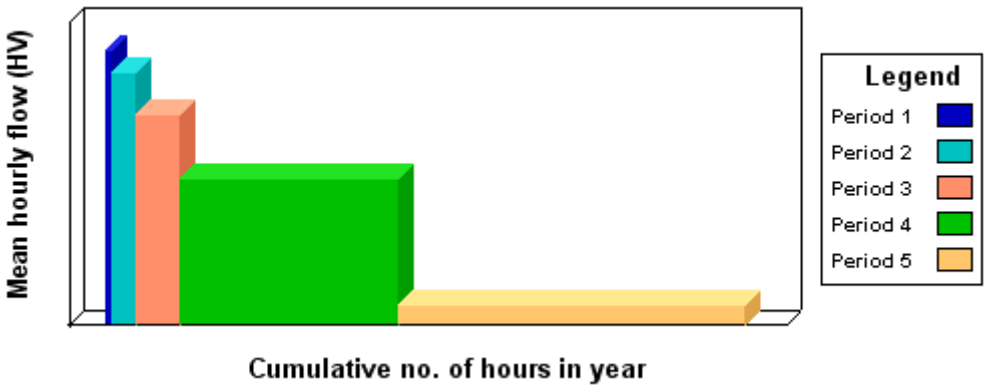
2.1 ลักษณะการจราจร (Traffic Flow Pattern)

ได้แบ่งรูปแบบการไหลของกระแสจราจร (Traffic Flow Pattern) ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การเดินทางปกติ (Commuter) และการเดินทางระหว่างเมือง (Inter-urban) ตารางที่ 18 และภาพที่ 23 แสดงการตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินปกติ ตารางที่ 19 และภาพที่ 24 แสดงการตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินทางระหว่างเมือง

ตารางที่ 18 การตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินทางปกติ

Period	Hours Per Year (HRYRp)	Hourly Volume (HVp)	% of AADT (PCNADTp)
Period 1	87.60	0.13	2.17
Period 2	350.40	0.12	7.59
Period 3	613.20	0.10	11.64
Period 4	2978.40	0.07	40.24
Period 5	4730.40	0.01	38.36
Total	8760.00	1.015*	100

* sum(HRYRp*HVp)/365

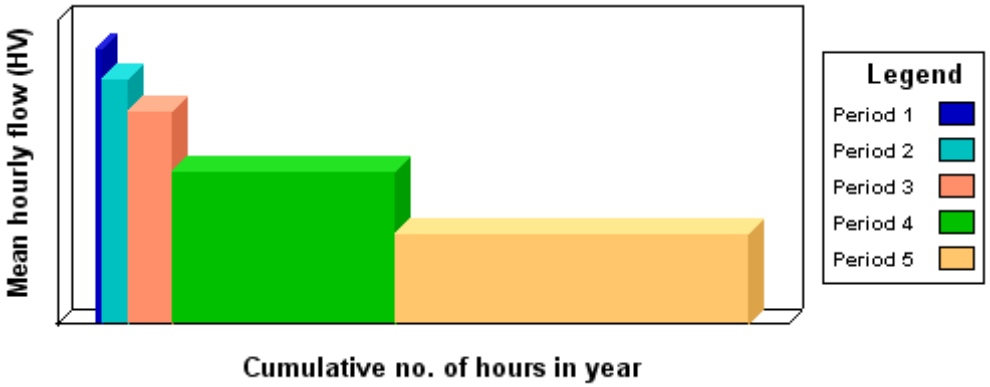


ภาพที่ 23 กราฟแสดงสัดส่วนปริมาณจราจรรายชั่วโมงตลอดปี - การเดินทางปกติ

ตารางที่ 19 การตั้งค่าลักษณะการจราจรแบบการเดินทางระหว่างเมือง

Period	Hours Per Year (HRYRp)	Hourly Volume (HVp)	% of AADT (PCNADTp)
Period 1	87.60	0.09	2.17
Period 2	350.40	0.08	7.59
Period 3	613.20	0.07	11.64
Period 4	2978.40	0.05	40.24
Period 5	4730.40	0.03	38.36
Total	8760.00	1.013*	100

* sum(HRYRp*HVp)/365



ภาพที่ 24 กราฟแสดงสัดส่วนปริมาณจราจรรายชั่วโมงตลอดปี – การเดินทางระหว่างเมือง

2.2 ระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class)

ข้อมูลระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class) ซึ่งมีความแตกต่างกันตามลักษณะของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างของผิวทาง เป็นต้น ตารางที่ 20 แสดงการตั้งค่าระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class)

ตารางที่ 20 การตั้งค่าระดับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Class)

DOH_Accident	Accident rate (จำนวนครั้ง/100 ล้านคัน-กม.)
Fatal	1.6
Injury	9.6
Damage	10.6

ที่มา: สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง

2.3 ลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone)

ลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone) ของพื้นที่ภาคกลาง (จัดพื้นที่ศึกษาอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง) โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวล้วนส่งผลกระทบที่แตกต่างกันต่ออัตราการเสื่อมสภาพของถนนสายทางย่อยในพื้นที่ศึกษา ตารางที่ 21 แสดงการตั้งค่าลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone)

ตารางที่ 21 การตั้งค่าลักษณะสภาพอากาศ (Climate Zone)

Climate Zone: Central Region	
Moisture Index	0
Duration of dry season	6 month
Mean monthly precipitation	98.3 mm
Mean temperature	28.7 ^{o}C
Average Temperature range	9.5 ^{o}C
Days T > 32 ^{o}C	250 days
Freeze Index	0 ^{o}C-days
Percentage of Time Driven	
On snow covered roads	0
On water covered roads	20

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2545-2549

2.4 หน่วยการเงิน (Currency)

การตั้งค่าหน่วยทางการเงิน (Currency) ในโปรแกรม HDM-4 เป็นค่าเงินบาท (Thai Baht :฿)

2.5 การตั้งเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter)

การตั้งเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter) โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบข้อมูล (Section Aggregate Data) และตาราง (Section Aggregate Table) ตารางที่ 22 แสดงการตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: AADT) ตารางที่ 23 แสดงการตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Roughness) และตารางที่ 24 แสดงการตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Rutting)

ตารางที่ 22 การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: AADT)

Traffic Band	AADT (veh/day)
Low	750
Medium	3000
High	7500

ตารางที่ 23 การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Roughness)

Road Class	Good (mm/km)	Fair (mm/km)	Poor (mm/km)	Bad (mm/km)
Primary or trunk	2	4	6	8
Secondary or main	3	5	7	9
Tertiary or local	4	6	8	10

ตารางที่ 24 การตั้งค่าเกณฑ์การสรุปผล (Aggregate Parameter: Rutting)

Distress Mode	Mean Rut Depth (mm)
Good	2
Fair	5
Poor	15
Bad	25

2.6 ค่าปรับเทียบโปรแกรม (Calibration Parameters)

การตั้งค่าปรับเทียบโปรแกรม (Calibration Parameters) โดยกำหนดเงื่อนไขเกี่ยวกับสภาพความเสียหายและเกณฑ์การซ่อมบำรุงในแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนนและการใช้งาน (Road Deterioration/Work Effect) ตารางที่ 25 แสดงการตั้งค่าค่าปรับเทียบโปรแกรม (Calibration Parameters)

ตารางที่ 25 การตั้งค่าปรับเทียบโปรแกรม (Calibration Parameters)

Calibration Parameters: Bituminous	
Road Deterioration	
Wide structural cracking initiated potholes threshold:	20%
Ravelling initiated potholes threshold:	30%
Max. thickness of surfacing for plastic flow effects:	100 mm
Work Effects	
Area of wide structural cracking that triggers their patching:	20%
% of wide structural cracks in excess of TRIGACW to be patched:	10%
Area of transverse thermal that triggers their patching:	10%
% of transverse thermal cracking in excess of TRIGACW to be patched:	20%

2.7 ค่าปรับเทียบแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (RD Calibration Set)

การปรับเทียบแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (RD Calibration Set) ได้ใช้ค่าตั้งต้น (Default) ของโปรแกรมในการวิเคราะห์แบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (Road Deterioration) ตารางที่ 26 แสดงการตั้งค่าแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (RD Calibration Set)

ตารางที่ 26 การตั้งค่าแบบจำลองการเสื่อมสภาพของถนน (RD Calibration Set)

Road Deterioration Model (RD)	Calibration Factor	ค่า Default
Wet/dry Season SNP Ratio	Kf	1.0
Drainage Deterioration Factor	Kddf	1.0
Drain Life Factor	Kdrain	1.0
All Structural Cracking – Initiation	Kcia	1.0
Wide Structural Cracking – Initiation	Kciw	1.0
All Structural Cracking – Progression	Kcpa	1.0
Wide Structural Cracking – Progression	Kcpw	1.0
Transverse Thermal Cracking – Initiation	Kcit	1.0
Transverse Thermal Cracking – Progression	Kcpt	1.0
Rutting – Initial Densification	Krid	1.0
Rutting – Structural Deterioration	Krst	1.0
Rutting – Plastic Deformation	Krpd	1.0
Rutting – Surface Wear	Krsw	1.0
Ravelling – Initiation	Kvi	1.0
Ravelling – Progression	Kvp	1.0
Pothole – Initiation	Kpi	1.0
Pothole – Progression	Kpp	1.0
Edge-Break	Keb	1.0
Roughness – Enviromental Coefficient	Kgm	1.0
Roughness – SNPK	Ksnpk	1.0
Roughness – Progression	Kgp	1.0
Texture depth – Progression	Ktd	1.0
Skid Resistance	Ksfc	1.0
Skid Resistance – Speed Effects	Ksfcs	1.0

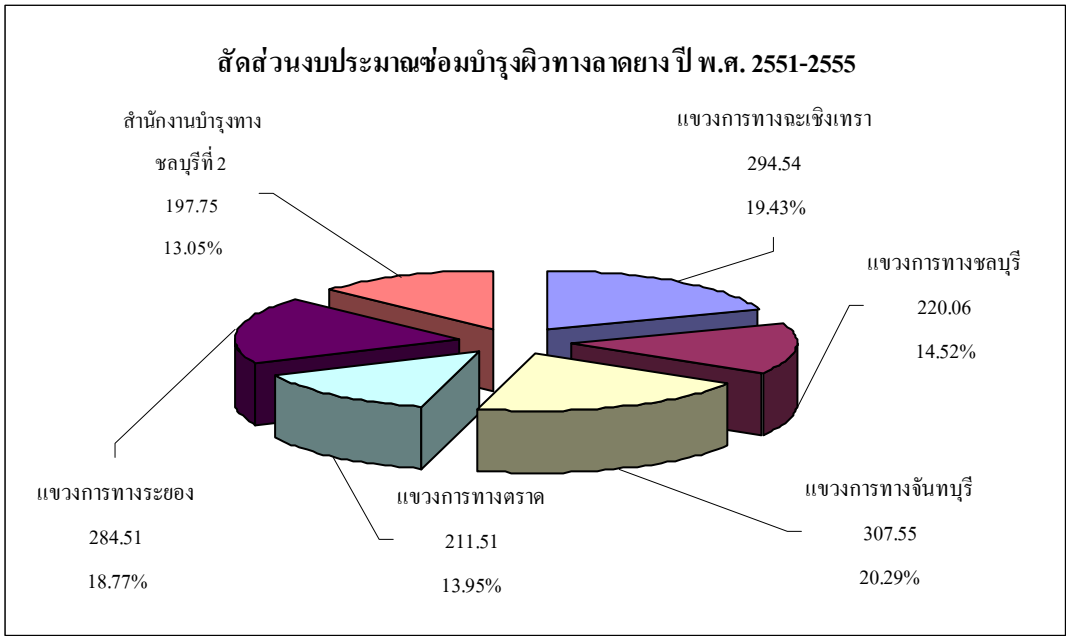
3. การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม HDM–4 เพื่อหาค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของทางหลวง

ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงแผนงาน (Programme Analysis) แบบ Life-Cycle Analysis ในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของทางหลวงระยะ 5 ปี ของโครงข่ายถนนผิวทางแอสฟัลต์ในพื้นที่ศึกษา โดยพิจารณาทั้งสำนักทางหลวงที่ 12 คือ แขวงการทางฉะเชิงเทรา แขวงการทางชลบุรี แขวงการทางระยอง แขวงการทางจันทบุรี แขวงการทางตราด และสำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2 ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด และได้กำหนดทางเลือกของงานซ่อมบำรุงออกเป็น 2 แบบ คือ การบำรุงขั้นต่ำ ซึ่งได้แก่งานบำรุงปกติ (Routine Maintenance) และการบำรุงตามกำหนดเวลา (Periodic Maintenance) ซึ่งประกอบด้วยงานฉาบผิวทาง งานเสริมผิวทาง งานปะซ่อมผิวทางและงานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ส่วนงบประมาณที่ใช้วิเคราะห์ได้กำหนดไว้ 2 แบบ คือ งบประมาณที่กรมทางหลวงคาดว่าจะได้รับจริง (Constrained) ดังแสดงในตารางที่ 27 และภาพที่ 25 ถึง ภาพที่ 26 และงบประมาณแบบไม่จำกัด (Unconstrained) ภาพที่ 27 แสดงภาพการกำหนดวิธีวิเคราะห์เชิงแผนงานแบบ Life-Cycle Analysis ส่วนภาพที่ 28 แสดงการกำหนดทางเลือกบำรุงของการวิเคราะห์ดังกล่าว

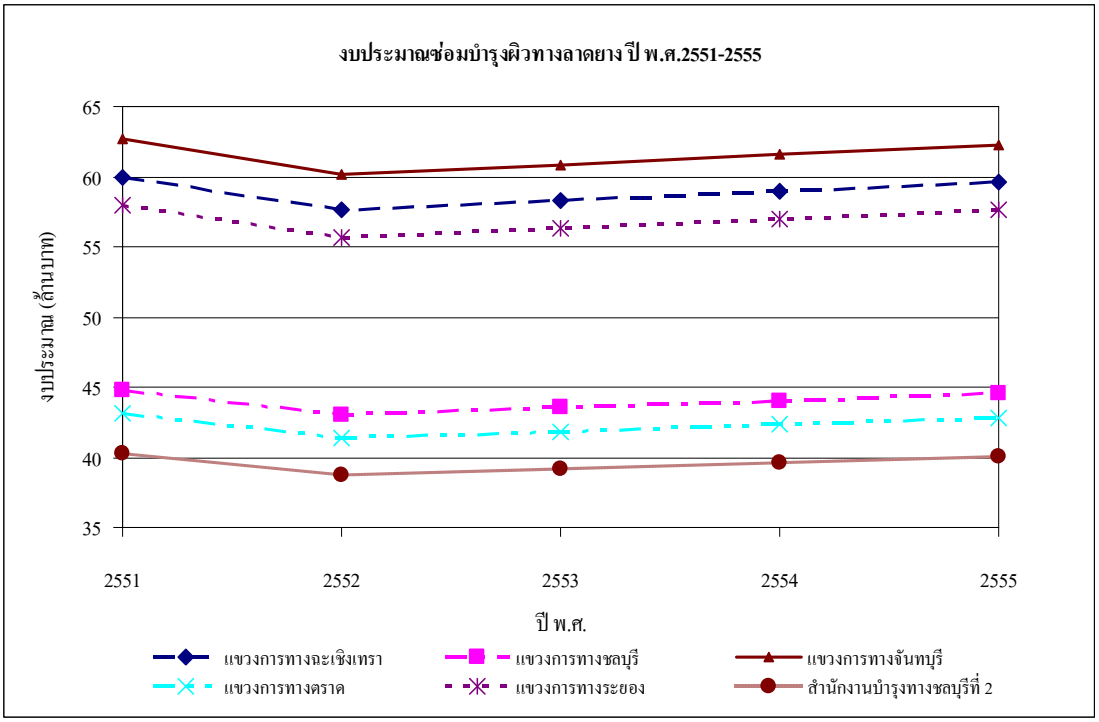
ตารางที่ 27 งบประมาณที่กรมทางหลวงคาดว่าจะได้รับจริง

รหัส แขวง	2551 (ล้านบาท)	2552 (ล้านบาท)	2553 (ล้านบาท)	2554 (ล้านบาท)	2555 (ล้านบาท)	รวม (ล้านบาท)
420	308.79	296.64	300.07	303.50	306.93	1515.93
421	60.00	57.63	58.30	58.97	59.64	294.54
422	44.83	43.06	43.56	44.06	44.56	220.07
423	62.65	60.18	60.88	61.57	62.27	307.55
425	43.08	41.39	41.87	42.35	42.82	211.51
426	57.96	55.67	56.32	56.96	57.61	284.52
428	40.28	38.70	39.14	39.59	40.04	197.75

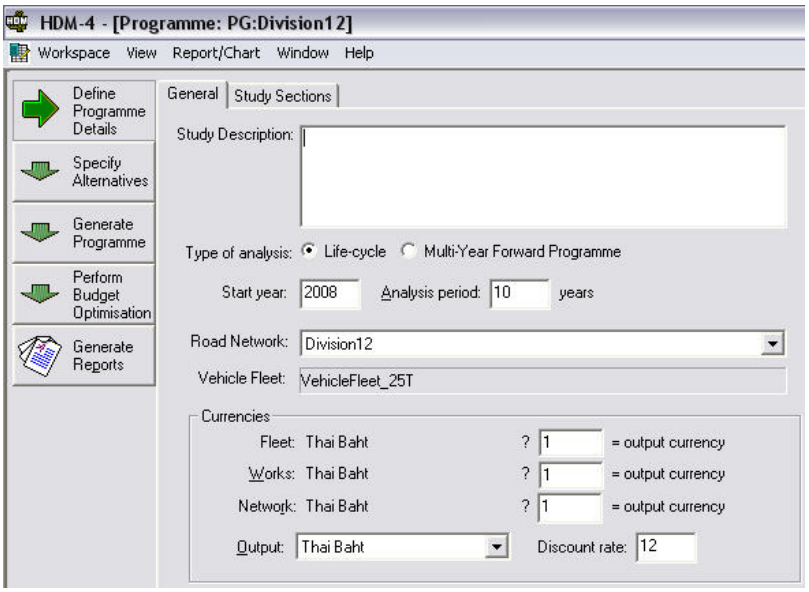
ที่มา: ข้อมูลงบประมาณปี 2551 ที่ได้รับจริงของแต่ละแขวงการทาง ในสำนักทางหลวงที่ 12 ส่วนปี 2552-2555 ได้จากการวิเคราะห์แนวโน้มของกรมทางหลวง (2550)



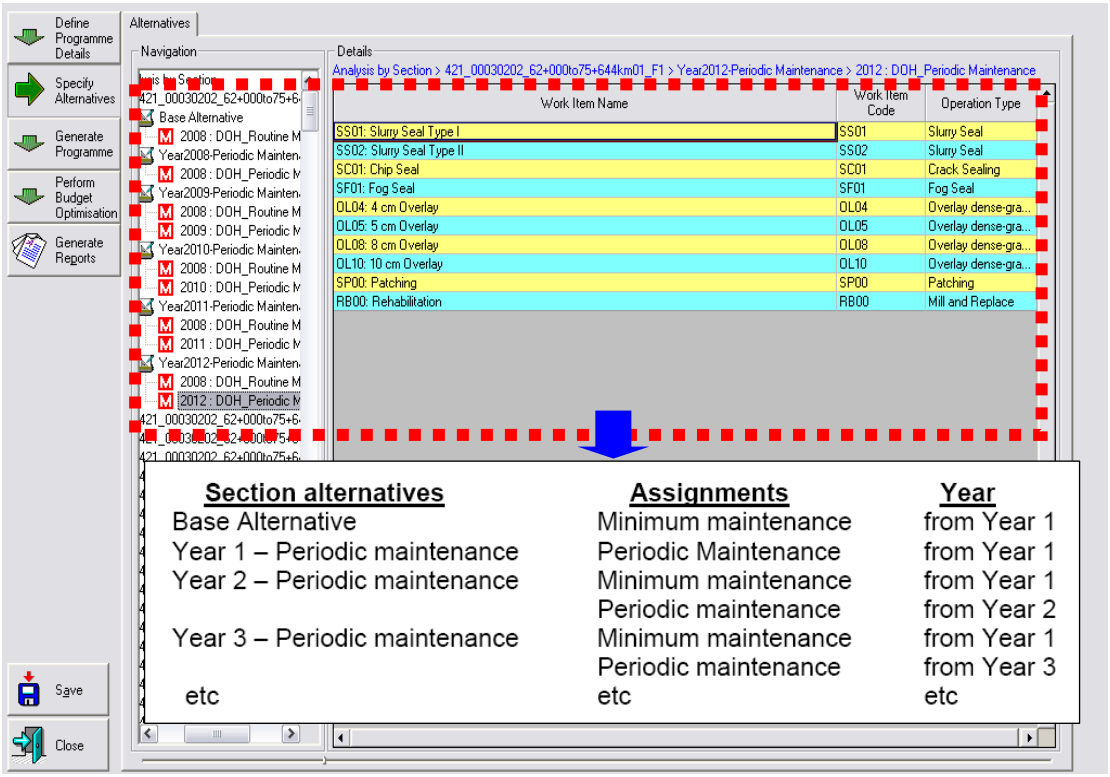
ภาพที่ 25 สัดส่วนงบประมาณการซ่อมบำรุงของแต่ละแขวงการทาง



ภาพที่ 26 กราฟแสดงงบประมาณการซ่อมบำรุงของแต่ละแขวงการทาง

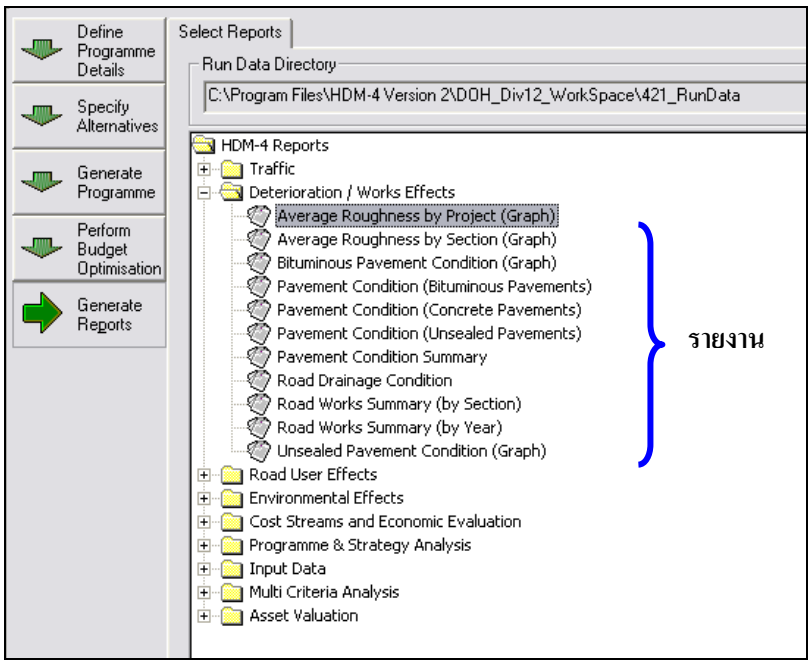


ภาพที่ 27 ภาพการกำหนดวิธีวิเคราะห์เชิงแผนงานแบบ Life-Cycle Analysis



ภาพที่ 28 การกำหนดทางเลือกบำรุงของการวิเคราะห์แบบ Life-Cycle Analysis

หลังจากทำการวิเคราะห์และประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ โปรแกรม HDM-4 จะแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปแบบของรายงานต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย การแสดงข้อมูลด้านปริมาณจราจร (Traffic Module) สภาพของผิวทางและปริมาณงานซ่อม (Deterioration/Works Effects Module) ผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้ทาง (Road User Effects Module) ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental Effects Module) ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนทางเศรษฐศาตร์ (Cost Streams and Economic Evaluation Module) การแสดงวิธีซ่อมบำรุงและแผนงานซ่อม (Programme & Strategy Analysis Module) ข้อมูลนำเข้า (Input Data Module) การลำดับความสำคัญของเงื่อนไขในการวิเคราะห์ (Multi Criteria Analysis Module) และการประเมินมูลค่าสินทรัพย์ (Asset Evaluation Module) ภาพที่ 29 แสดงรูปแบบของการแสดงรายงานผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม HDM-4



ภาพที่ 29 รูปแบบการแสดงรายงานผลการวิเคราะห์ (HDM-4 Reports)

ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ที่สำคัญสำหรับใช้พิจารณาจัดทำแผนงานบำรุงทางระยะ 5 ปี ได้แก่ การแสดงสภาพของผิวทางและปริมาณงานซ่อมในแบบจำลองย่อย Deterioration/Works Effects Module และการแสดงวิธีซ่อมบำรุงและแผนงานซ่อมบำรุงที่เหมาะสมที่สุดในแบบจำลองย่อย Programme & Strategy Analysis Module ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณงานซ่อมและค่าใช้จ่าย เป็นการสรุปปริมาณงานรวมทั้งค่าใช้จ่ายทั้งหมดตามวิธีการซ่อมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับถนนแต่ละเส้นภายใต้งบประมาณแบบไม่จำกัด (Unconstrained) แบบรายปี
2. สภาพของผิวทาง เป็นการแสดงผลกระทบที่มีต่อสภาพผิวทางเนื่องจากการกำหนดทางเลือกของวิธีบำรุงรักษา ปีที่ซ่อมบำรุง ภายใต้งบประมาณแบบจำกัด (Constrained) ซึ่งแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของความขรุขระหรือความเรียบของผิวทาง (IRI)

ผลและวิจารณ์

ผล

ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลสภาพทางของโครงข่ายถนน โดยใช้โปรแกรม HDM-4 ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

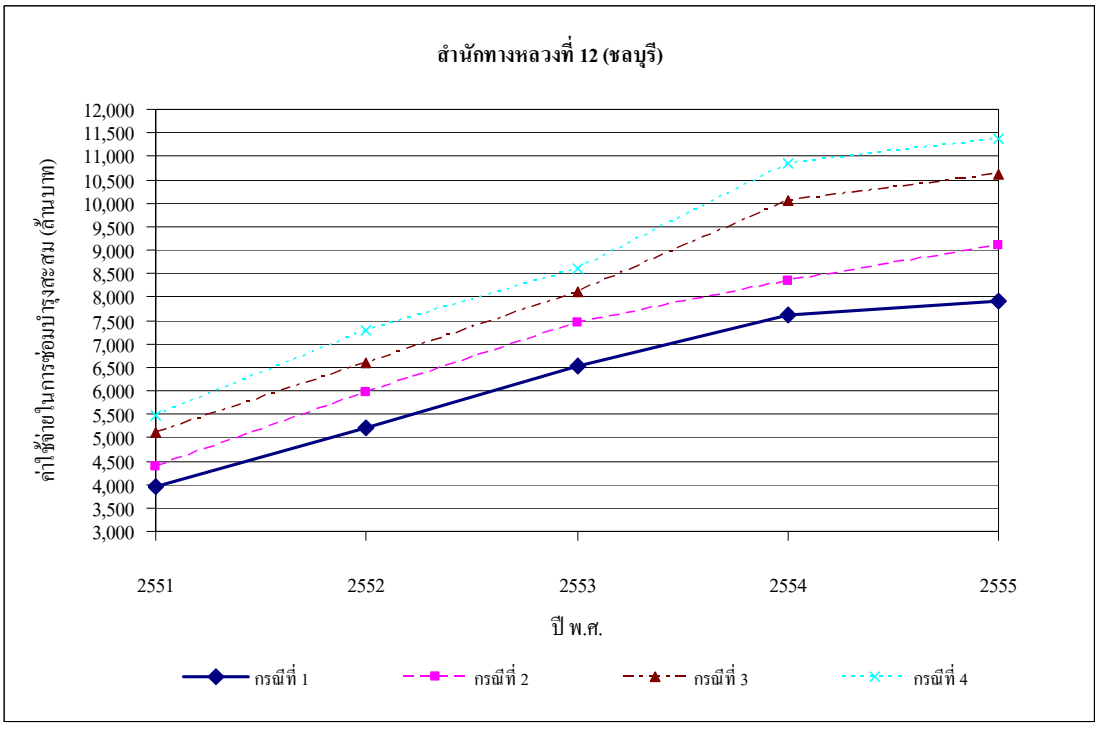
1. ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวงจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก

สำหรับค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวงจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกนั้นจะใช้ผลการวิเคราะห์ภายใต้งบประมาณแบบไม่จำกัด (Unconstrained) ในการซ่อมบำรุงเพื่อดูค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก ซึ่งวิเคราะห์แบบทั้งสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ผลการทดสอบค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงจากการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลถนนที่ตัดตามตอนควบคุม จำนวน 490 สายทาง ของสำนักทางหลวงที่ 12 โดยแยกการศึกษาออกเป็น 4 กรณี คือ กรณีที่ 1 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย) กรณีที่ 2 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+10%) กรณีที่ 3 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+20%) กรณีที่ 4 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+25%) แสดงดังตารางที่ 28 และภาพที่ 30 แสดงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม ปี พ.ศ. 2551-2555 ของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ตารางที่ 28 ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม ปี พ.ศ. 2551- 2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ปี พ.ศ.	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม (ล้านบาท)			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
2551	3,960.82	4,395.95	5,099.15	5,481.58
2552	5,193.56	5,968.05	6,580.88	7,286.94
2553	6,525.76	7,454.07	8,120.33	8,609.14
2554	7,599.75	8,351.94	10,047.35	10,847.89
2555	7,901.71	9,083.70	10,614.89	11,383.48
ผลต่าง	-	1,182.00	2,713.18	3,481.78
%ผลต่าง	-	13.01%	25.56%	30.59%



ภาพที่ 30 แสดงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสะสม ปี พ.ศ. 2551- 2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

จากตารางที่ 32 และภาพที่ 30 จะพบว่า กรณีที่ 1 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเท่ากับ 7,901.71 ล้านบาท กรณีที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทาง 9,083.70 ล้านบาท กรณีที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทาง 10,614.89 ล้านบาท กรณีที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทาง 11,383.48 ล้านบาท

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

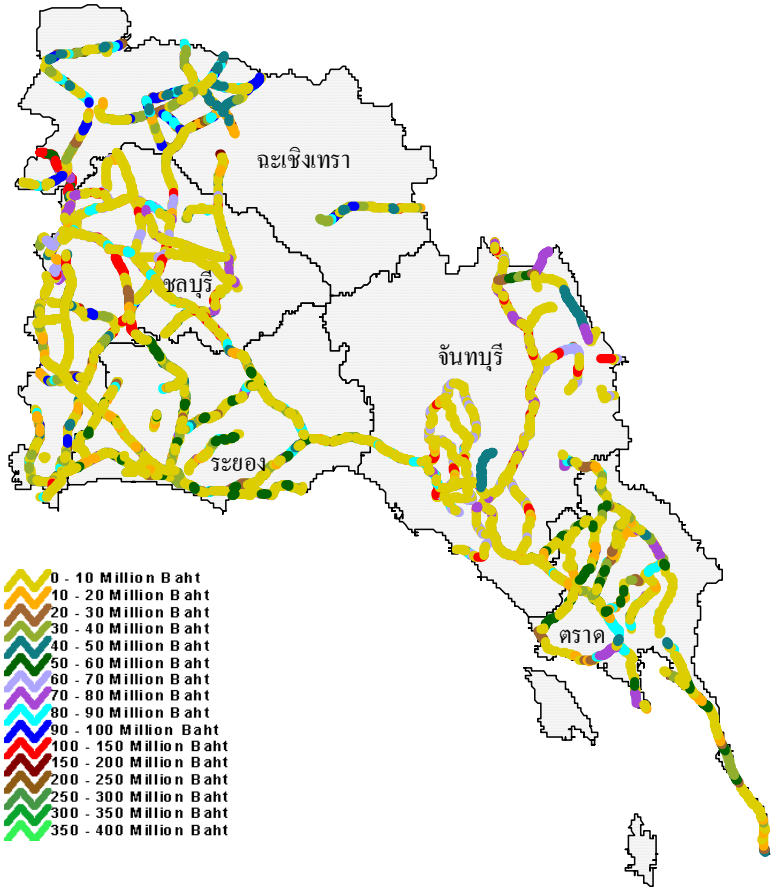
1. กรณีที่ 2 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1,182.00 ล้านบาท เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 13.01

2. กรณีที่ 3 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 2,713.18ล้านบาท เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 25.56

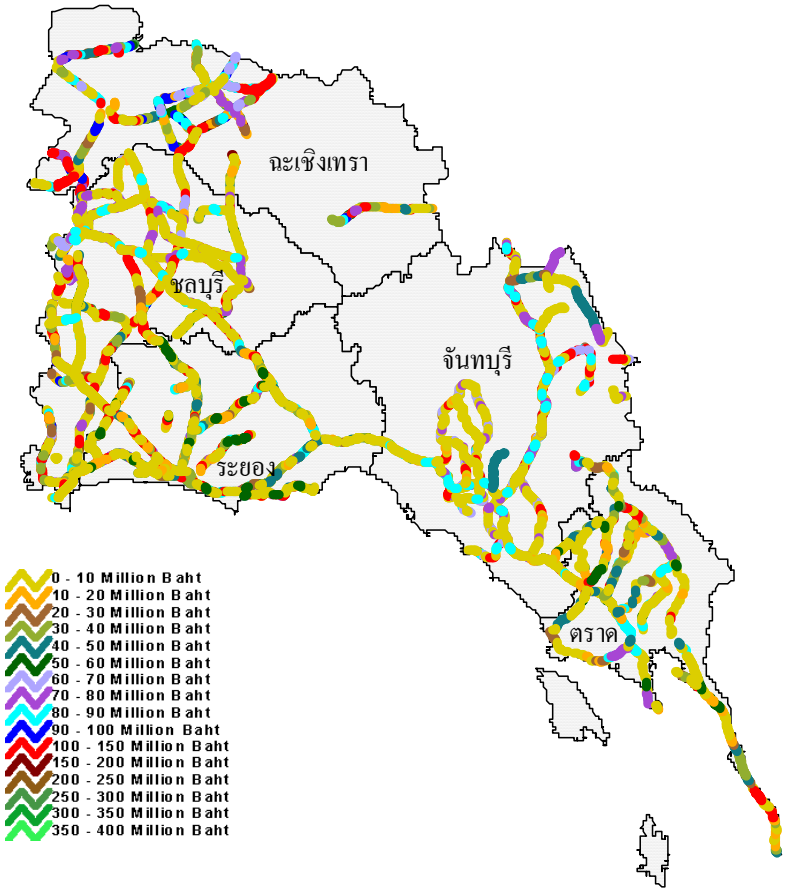
3. กรณีที่ 4 มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงผิวทางเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 3,481.78ล้านบาท เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 30.59

โดยภาพที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการซ่อมบำรุงทางหลวงสะสม ปี พ.ศ.2551-2555 แยกตามกรณีศึกษา

กรณีที่ 1 (25T)

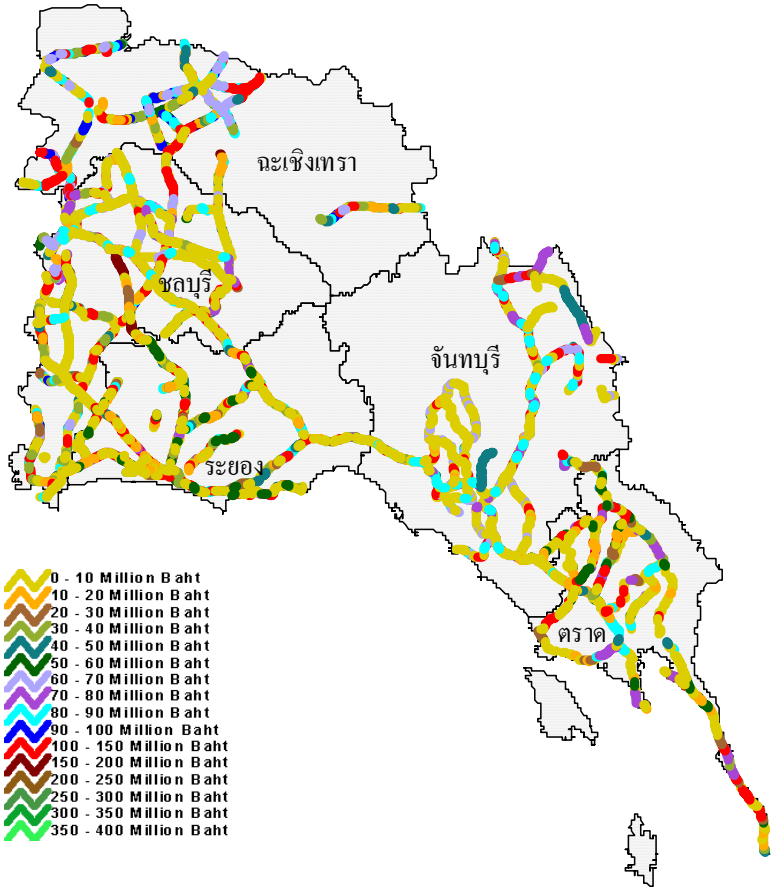


กรณีที่ 2 (25T+10%)

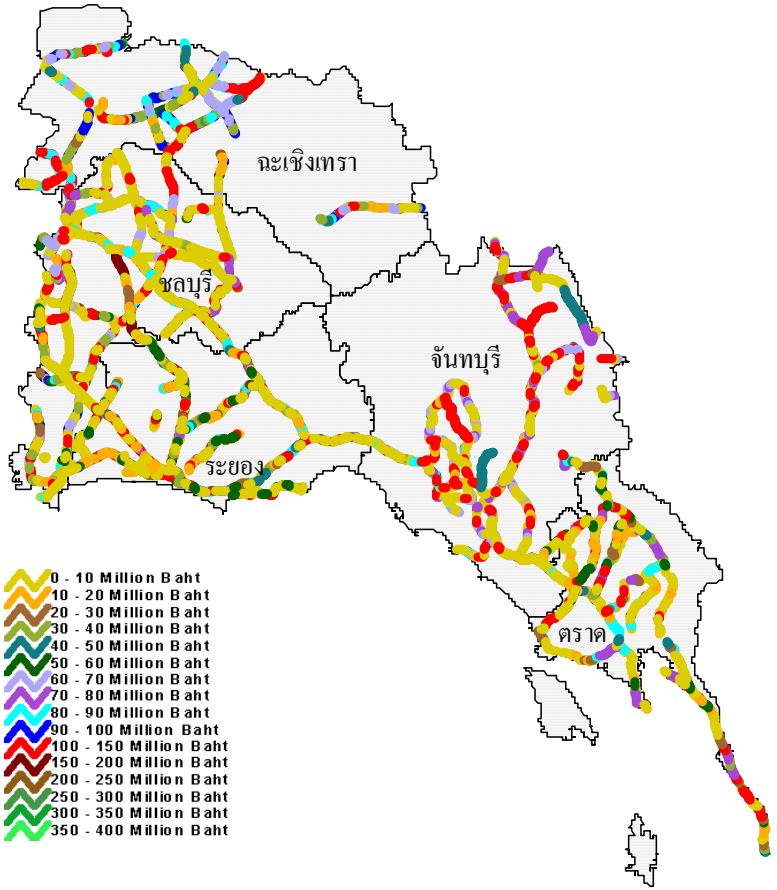


ภาพที่ 31 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวงสะสม ปี พ.ศ.2551-2555 แยกตามกรณีศึกษา

กรณีที่ 3 (25T+20%)



กรณีที่ 4 (25T+25%)



ภาพที่ 31 (ต่อ)

จากภาพที่ 31 หากพิจารณาค่าใช้จ่ายสะสมในปี พ.ศ. 2551- 2555 ในกรณีที่ 1 ถึงกรณีที่ 4 ซึ่งวิเคราะห์แบบทั้งสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงไปในการกระจายตัวของสีเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบระยะทางที่ต้องซ่อมบำรุง ดังแสดงในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ระยะทางในการซ่อมบำรุงแยกกรณีศึกษา ปี พ.ศ. 2551-2555

กรณีที่	ระยะทาง (กิโลเมตร)	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (บาท)	ค่าใช้จ่ายต่อตารางเมตร (บาทต่อตารางเมตร)
1	3,384.40	25,498,136.27	7,901,708,359	309.89
2	3,833.71	28,985,912.05	9,083,703,315	313.38
3	4,137.84	31,383,986.09	10,614,886,408	338.23
4	4,448.19	33,645,255.59	11,383,484,269	338.34

จากตารางที่ 29 พบว่า ในปีที่ทำการวิเคราะห์ คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551- 2555 กรณีที่ 1 มีระยะทางในการซ่อมบำรุง 3,384.40 กิโลเมตร กรณีที่ 2 มีระยะทางในการซ่อมบำรุง 3,833.71 กิโลเมตร กรณีที่ 3 มีระยะทางในการซ่อมบำรุง 4,137.84 กิโลเมตร และกรณีที่ 4 มีระยะทางในการซ่อมบำรุง 4,448.19 กิโลเมตร

และเมื่อนำจำนวนแผนการซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกตามกรณีที่ทำการศึกษา พบว่า ในปีที่ทำการวิเคราะห์ คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551- 2555 กรณีที่ 1 มีแผนการซ่อมทั้งหมด 590 แผนงาน กรณีที่ 2 มีแผนการซ่อมทั้งหมด 638 แผนงาน กรณีที่ 3 มีแผนการซ่อมทั้งหมด 693 แผนงาน และกรณีที่ 4 มีแผนการซ่อมทั้งหมด 731 แผนงาน โดยวิธีที่มีจำนวนแผนงานแตกต่างกันมากที่สุด คือ วิธีซ่อมบำรุงแบบเสริมผิวแอสฟัลท์ ขนาด 10 เซนติเมตร (OL10) ดังแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกกรณีศึกษา ปี พ.ศ. 2551-2555

กรณีที่	รหัสงาน						รวม
	OL05	OL08	OL10	RB00	SC01	SP00	
1	2	22	238	120	206	2	**590**
2	4	25	263	134	211	1	**638**
3	4	38	324	154	172	1	**693**
4	4	39	359	165	163	1	**731**
รวม	**14**	**124**	**1,184**	**573**	**752**	**5**	**2,652**

เมื่อพิจารณาจำนวนแผนการซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกตามปี พบว่า ปีที่มีแผนงานซ่อมบำรุงมากที่สุด คือ ปี พ.ศ. 2551 ซึ่งมีแผนงานซ่อมบำรุงถึง 1,063 แผนงาน รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีแผนงานซ่อมบำรุง 819 แผนงาน ดังแสดงในตารางที่ 31

และเมื่อพิจารณาจำนวนแผนการซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกตามแขวงการทาง พบว่า แขวงการทางที่มีแผนงานซ่อมบำรุงมากที่สุด คือ แขวงการทางระยอง ซึ่งมีแผนงานซ่อมบำรุงถึง 733 แผนงาน รองลงมาคือ สำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2 มีแผนงานซ่อมบำรุง 607 แผนงาน ดังแสดงในตารางที่ 32

ตารางที่ 31 จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกตามปี

ปี พ.ศ.			รหัสงาน						รวม
			OL05	**OL08**	**OL10**	**RB00**	**SC01**	**SP00**	
2551	กรณีที่	1	1	8	115	96	7	2	229
		2	1	9	131	105	6	1	253
		3	3	9	152	112	6	1	283
		4	4	9	156	124	4	1	298
	รวม		**9**	**35**	**554**	**437**	**23**	**5**	**1,063**
2552	กรณีที่	1	0	0	48	6	0	0	54
		2	0	1	47	10	2	0	60
		3	1	13	34	13	4	0	65
		4	0	13	46	12	6	0	77
	รวม		**1**	**27**	**175**	**41**	**12**	**0**	**256**
2553	กรณีที่	1	1	14	34	18	6	0	73
		2	3	12	39	17	5	0	76
		3	0	3	56	25	4	0	88
		4	0	3	50	25	2	0	80
	รวม		**4**	**32**	**179**	**85**	**17**	**0**	**317**
2554	กรณีที่	1	0	0	37	0	150	0	187
		2	0	2	26	2	164	0	194
		3	0	0	67	2	143	0	212
		4	0	1	86	2	137	0	226
	รวม		**0**	**3**	**216**	**6**	**594**	**0**	**819**
2555	กรณีที่	1	0	0	4	0	43	0	47
		2	0	1	20	0	34	0	55
		3	0	13	15	2	15	0	45
		4	0	13	21	2	14	0	50
	รวม		**0**	**27**	**60**	**4**	**106**	**0**	**197**

ตารางที่ 32 จำนวนแผนงานซ่อมบำรุงในแต่ละวิธีแยกแขวงการทาง ปี พ.ศ. 2551-2555

แขวงการทาง			รหัสงาน						รวม
			OL05	OL08	OL10	RB00	SC01	SP00	
จันทบุรี	กรณีที่	1	0	0	10	14	19	1	44
		2	0	0	11	15	22	0	48
		3	0	0	16	15	18	0	49
		4	0	0	17	16	19	0	52
	รวม		**2**	**0**	**67**	**62**	**82**	**0**	**213**
ฉะเชิงเทรา	กรณีที่	1	2	2	43	29	39	0	115
		2	2	2	50	34	37	0	125
		3	2	3	62	42	26	0	135
		4	2	4	70	47	17	0	140
	รวม		**8**	**11**	**225**	**152**	**119**	**0**	**515**
ชลบุรี	กรณีที่	1	0	1	47	19	41	0	108
		2	0	1	49	22	44	0	116
		3	0	1	77	30	21	0	129
		4	0	1	83	29	20	0	133
	รวม		**0**	**4**	**256**	**100**	**126**	**0**	**486**
ตราด	กรณีที่	1	0	2	3	7	12	1	25
		2	1	2	3	8	13	1	28
		3	1	2	3	8	15	1	30
		4	1	2	3	10	18	1	35
	รวม		**3**	**8**	**12**	**33**	**58**	**4**	**118**
ระยอง	กรณีที่	1	0	0	70	19	75	0	164
		2	1	0	79	19	78	0	177
		3	1	0	94	20	76	0	191
		4	1	0	106	23	71	0	201
	รวม		**3**	**0**	**349**	**81**	**300**	**0**	**733**
สน.บท.ชลบุรีที่ 2	กรณีที่	1	0	17	65	32	20	0	134
		2	0	20	71	36	17	0	144
		3	0	32	72	39	16	0	159
		4	0	32	80	40	18	0	170
	รวม		**0**	**101**	**288**	**147**	**71**	**0**	**607**

2. ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก

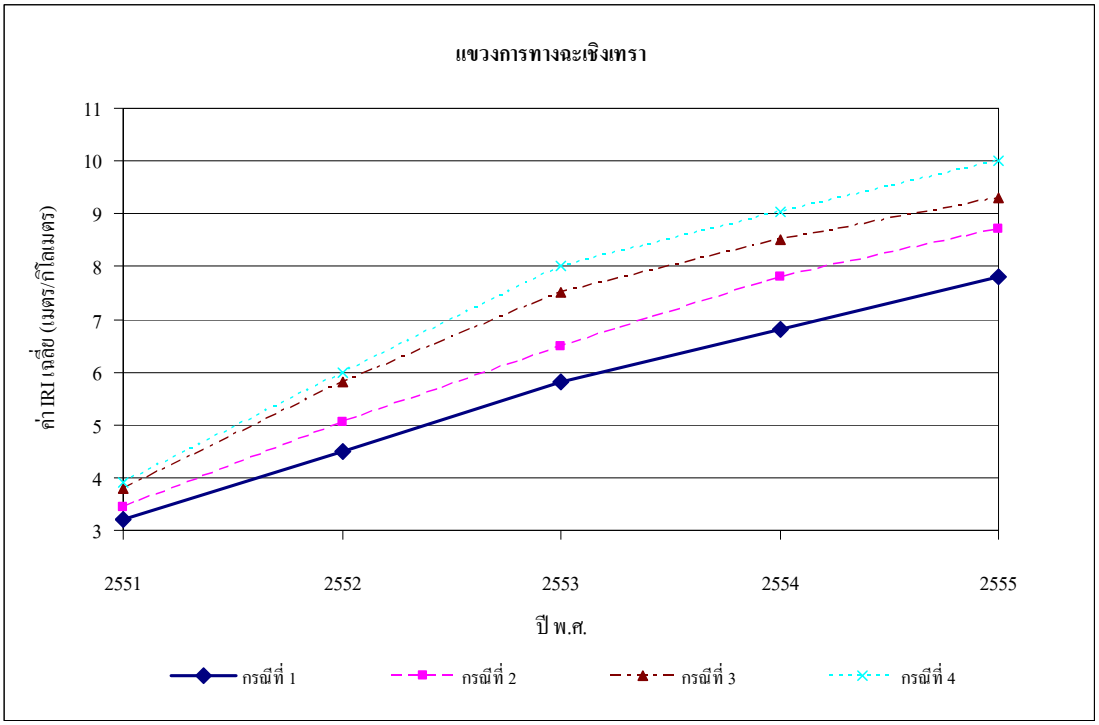
สำหรับค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกนั้นจะใช้ผลการวิเคราะห์ภายใต้งบประมาณแบบจำกัด (Constrained) เพื่อดูค่าความเสียหายที่แตกต่างกันจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกซึ่งวิเคราะห์แบบแยกแขวงการทาง และแบบวิเคราะห์ทั้งสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) โดยทำการวิเคราะห์ 5 ปี แยกเป็น 4 กรณี คือ กรณีที่ 1 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย) กรณีที่ 2 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+10%) กรณีที่ 3 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+20%) กรณีที่ 4 (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย+25%) ซึ่งมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

2.1 แขวงการทางฉะเชิงเทรา

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของแขวงการทางฉะเชิงเทรา แสดงดังตารางที่ 33 และภาพที่ 32

ตารางที่ 33 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางฉะเชิงเทรา

ปี พ.ศ.	ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
2551	3.20	3.45	3.80	3.90
2552	4.50	5.05	5.80	6.00
2553	5.80	6.50	7.50	8.00
2554	6.80	7.80	8.50	9.05
2555	7.80	8.70	9.30	10.00
เฉลี่ยรวม	5.62	6.30	6.98	7.39
ผลต่าง	-	0.68	1.36	1.77
%ผลต่าง	-	10.79%	19.48%	23.95%



ภาพที่ 32 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 แขวงการทางฉะเชิงเทรา

จากตารางที่ 33 และภาพที่ 32 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 5.62 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 6.30 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 6.98 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 7.39 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.68 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10.79

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.36 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 19.48

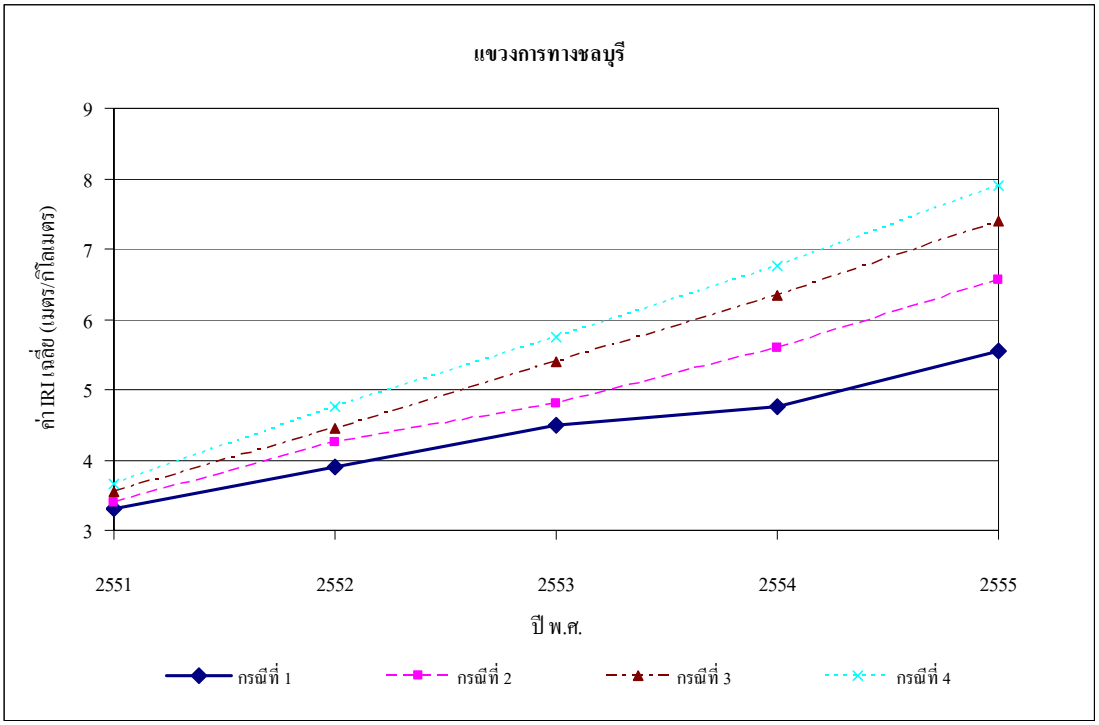
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.77 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 23.95

2.2 แขวงการทางชลบุรี

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของแขวงการทางชลบุรี แสดงดังตารางที่ 34 และภาพที่ 33

ตารางที่ 34 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางชลบุรี

ปี พ.ศ.	ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
2551	3.30	3.40	3.55	3.65
2552	3.90	4.25	4.45	4.75
2553	4.50	4.80	5.40	5.75
2554	4.75	5.60	6.35	6.75
2555	5.55	6.55	7.40	7.90
เฉลี่ยรวม	4.40	4.92	5.43	5.76
ผลต่าง	-	0.52	1.03	1.36
%ผลต่าง	-	10.57%	18.97%	23.61%



ภาพที่ 33 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 แขวงการทางชลบุรี

จากตารางที่ 34 และภาพที่ 33 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.92 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 5.43 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 5.76 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.52 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10.57

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.03 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 18.97

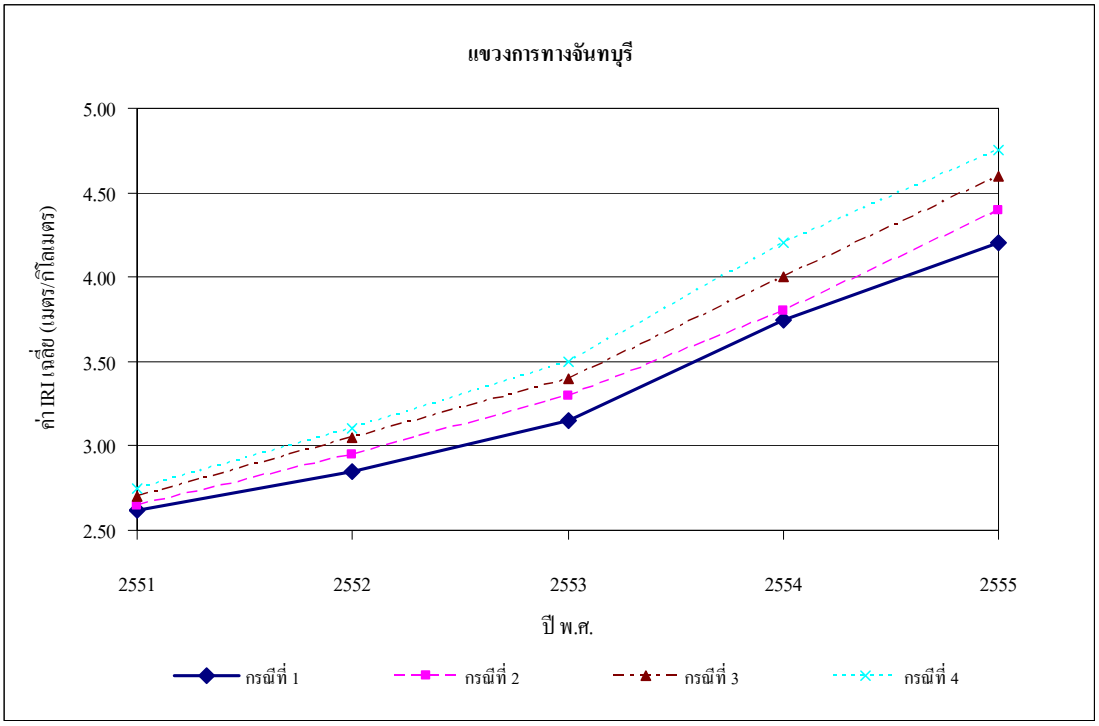
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.36 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 23.61

2.3 แขวงการทางจันทบุรี

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของแขวงการทางจันทบุรี แสดงดังตารางที่ 35 และภาพที่ 34

ตารางที่ 35 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางจันทบุรี

ปี พ.ศ.	ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)			
	กรณีที่ 1	**กรณีที่ 2**	**กรณีที่ 3**	**กรณีที่ 4**
2551	2.62	2.65	2.70	2.75
2552	2.85	2.95	3.05	3.10
2553	3.15	3.30	3.40	3.50
2554	3.75	3.80	4.00	4.20
2555	4.20	4.40	4.60	4.75
เฉลี่ยรวม	3.31	3.42	3.55	3.66
ผลต่าง	-	0.11	0.24	0.35
%ผลต่าง	-	3.10%	6.65%	9.45%



ภาพที่ 34 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 แขวงการทางจันทบุรี

จากตารางที่ 35 และภาพที่ 34 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 3.31 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.42 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.55 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.66 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.11 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 3.10

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.24 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.65

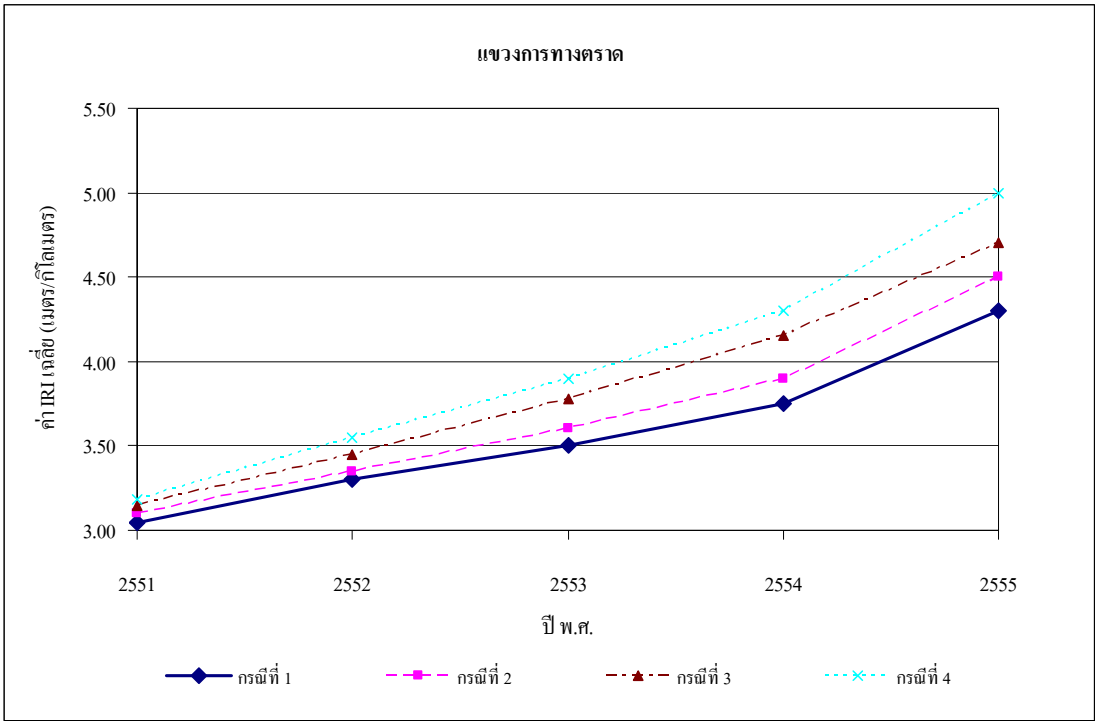
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.35 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 9.45

2.4 แขวงการทางตราด

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของแขวงการทางตราด แสดงดังตารางที่ 36 และภาพที่ 35

ตารางที่ 36 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางตราด

ปี พ.ศ.	**ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)**			
	กรณีที่ 1	**กรณีที่ 2**	**กรณีที่ 3**	**กรณีที่ 4**
2551	3.05	3.10	3.15	3.18
2552	3.30	3.35	3.45	3.55
2553	3.50	3.60	3.78	3.90
2554	3.75	3.90	4.15	4.30
2555	4.30	4.50	4.70	5.00
เฉลี่ยรวม	3.58	3.69	3.85	3.99
ผลต่าง	-	0.11	0.27	0.41
%ผลต่าง	-	2.98%	6.92%	10.19%



ภาพที่ 35 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 แขวงการทางตราด

จากตารางที่ 36 และภาพที่ 35 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.69 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.85 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.99 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.11 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 2.98

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.27 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.92

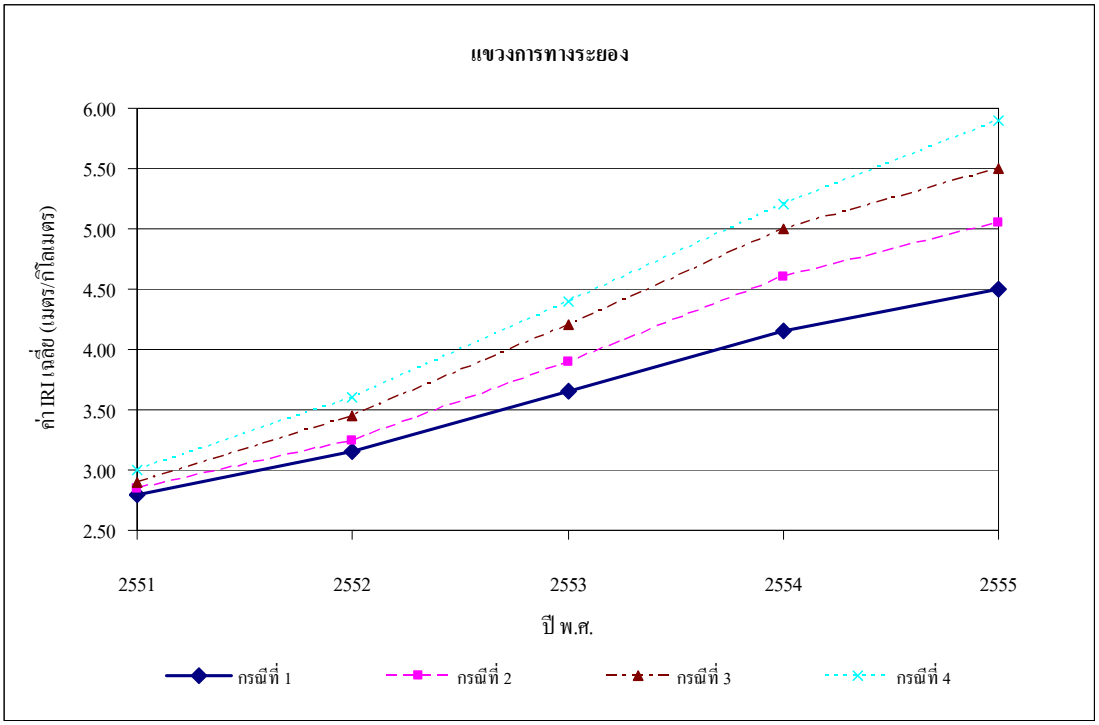
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.41 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10.19

2.5 แขวงการทางระยอง

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของแขวงการทางระยอง แสดงดังตารางที่ 37 และภาพที่ 36

ตารางที่ 37 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของแขวงการทางระยอง

ปี พ.ศ.	ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)			
	กรณีที่ 1	**กรณีที่ 2**	**กรณีที่ 3**	**กรณีที่ 4**
2551	2.79	2.85	2.90	3.00
2552	3.15	3.25	3.45	3.60
2553	3.65	3.90	4.20	4.40
2554	4.15	4.60	5.00	5.20
2555	4.50	5.05	5.50	5.90
เฉลี่ยรวม	3.65	3.93	4.21	4.42
ผลต่าง	-	0.28	0.56	0.77
%ผลต่าง	-	7.18%	13.35%	17.47%



ภาพที่ 36 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 แขวงการทางระยอง

จากตารางที่ 37 และภาพที่ 36 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 3.65 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 3.93 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.21 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.42 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.28 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 7.18

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.56 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 13.35

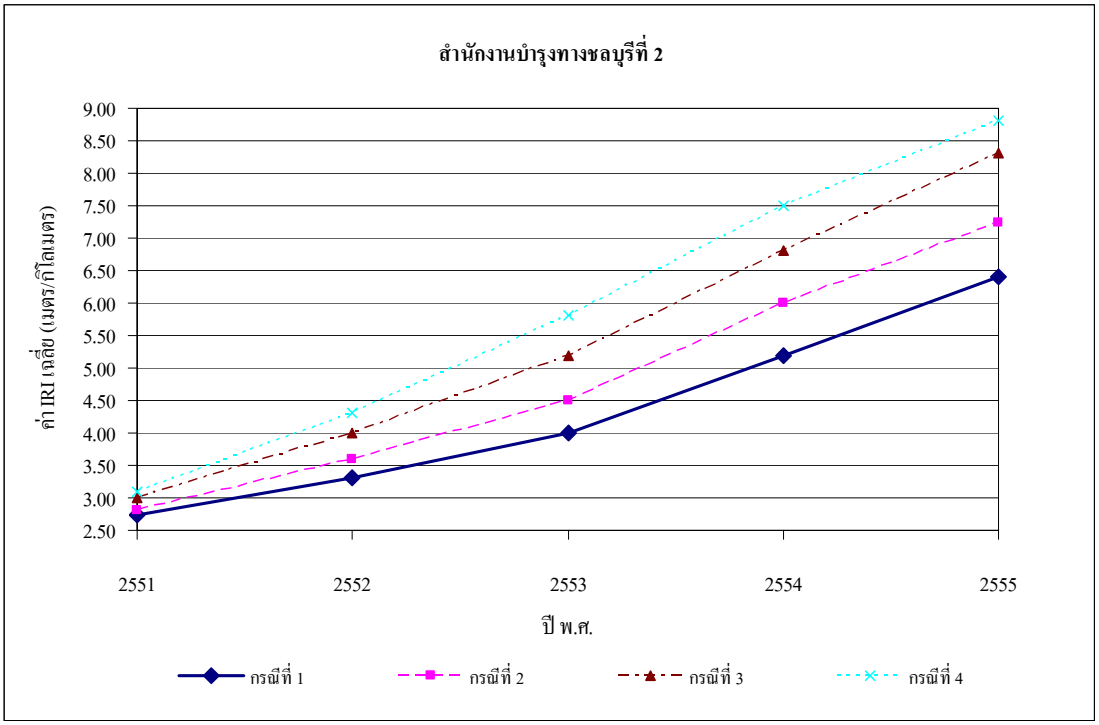
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.77 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.47

2.6 สำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของสำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2 แสดงดังตารางที่ 38 และภาพที่ 37

ตารางที่ 38 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของสำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2

ปี พ.ศ.	**ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)**			
	กรณีที่ 1	**กรณีที่ 2**	**กรณีที่ 3**	**กรณีที่ 4**
2551	2.75	2.80	3.00	3.10
2552	3.30	3.60	4.00	4.30
2553	4.00	4.50	5.20	5.80
2554	5.20	6.00	6.80	7.50
2555	6.40	7.25	8.30	8.80
เฉลี่ยรวม	4.33	4.83	5.46	5.90
ผลต่าง	-	0.50	1.13	1.57
%ผลต่าง	-	10.35%	20.70%	26.61%



ภาพที่ 37 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 สำนักงานบำรุงทางชลบุรีที่ 2

จากตารางที่ 38 และภาพที่ 37 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.83 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 5.46 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 5.90 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.50 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 10.35

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.13 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20.70

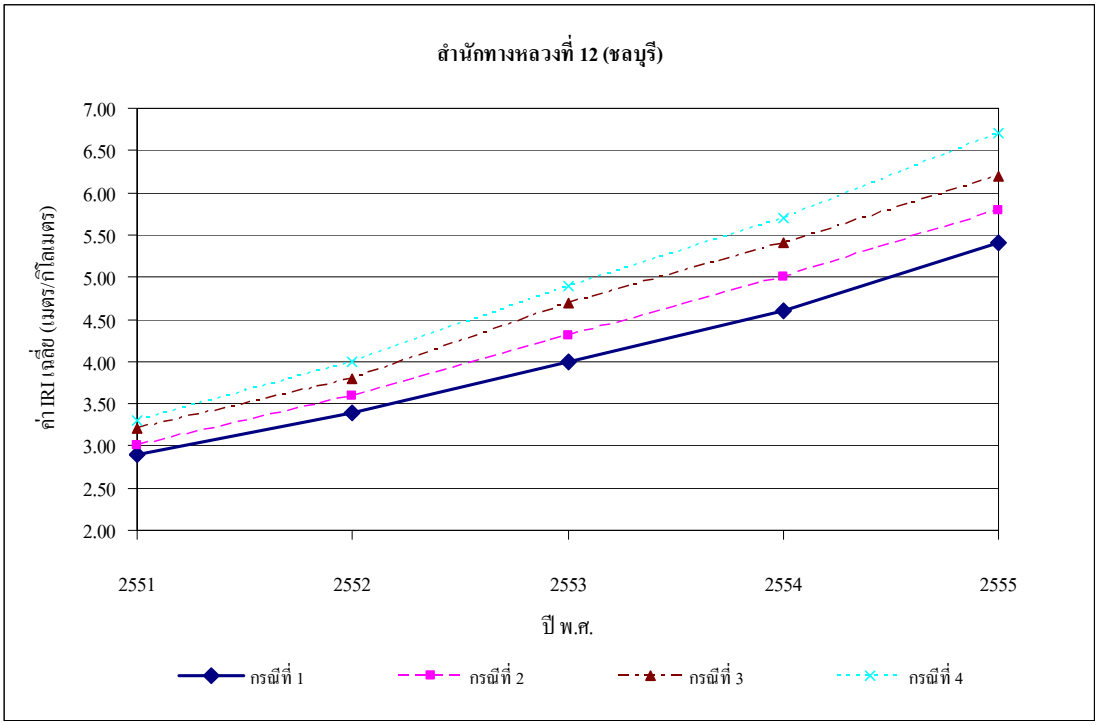
3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 1.57 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 26.61

2.7 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุกของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) แสดงดังตารางที่ 39 และภาพที่ 38

ตารางที่ 39 ค่าความเสียหายผิวทางในแต่ละปีของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

ปี พ.ศ.	ค่า IRI เฉลี่ย (เมตร/กิโลเมตร)			
	กรณีที่ 1	กรณีที่ 2	กรณีที่ 3	กรณีที่ 4
2551	2.90	3.00	3.20	3.30
2552	3.40	3.60	3.80	4.00
2553	4.00	4.30	4.70	4.90
2554	4.60	5.00	5.40	5.70
2555	5.40	5.80	6.20	6.70
เฉลี่ยรวม	4.06	4.34	4.66	4.92
ผลต่าง	-	0.28	0.60	0.86
%ผลต่าง	-	6.45%	12.88%	17.48%



ภาพที่ 38 แสดงค่าความเสียหายผิวทาง ปี พ.ศ. 2551-2555 สำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี)

จากตารางที่ 39 และภาพที่ 38 จะพบว่า กรณีที่ 1 (25T) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 2 (25T+10%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.34 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 3 (25T+20%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.66 เมตรต่อกิโลเมตร กรณีที่ 4 (25T+25%) มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.92 เมตรต่อกิโลเมตร

ซึ่งเมื่อทำการเทียบค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยในกรณีฐาน (น้ำหนักบรรทุกตามกฎหมาย; กรณีที่ 1) แล้วพบว่า

1. กรณีที่ 2 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.28 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.45

2. กรณีที่ 3 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.60 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 12.88

3. กรณีที่ 4 มีค่าความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากกรณีที่ 1 เท่ากับ 0.86 เมตรต่อกิโลเมตร เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.48

วิจารณ์

จากน้ำหนักบรรทุกที่นำมาใช้ในการหาค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวง และความเสียหายของผิวทาง ด้วยโปรแกรม HDM–4 นั้น แม้ว่าจะไม่ได้ใช้ค่าจริงจากการสำรวจ แต่ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงค่าน้ำหนักบรรทุกที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นกรณีฐาน โดยได้พิจารณาถึงการขอขึ้นน้ำหนักบรรทุกของผู้ประกอบการขนส่งสินค้าเป็นสำคัญ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวง และความเสียหายของผิวทาง และเมื่อพิจารณาผลการวิจัยแล้ว พบว่าค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวงจะเพิ่มตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และยังทำให้แผนการซ่อมบำรุงในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงไป และผลดังกล่าวยังสอดคล้องกับค่าความเสียหายของผิวทาง ซึ่งเป็นเงื่อนไขหนึ่งที่ทำให้ผลของค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้สามารถใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังกล่าวในการเก็บสำรวจข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลน้ำหนักบรรทุก ข้อมูลลักษณะสภาพผิวทาง และความเสียหายของผิวทาง เช่น ลดจำนวนของการเก็บสำรวจข้อมูลประเภทของความเสียหาย เนื่องจากสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บและลดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลโดยผู้สำรวจได้

การนำน้ำหนักบรรทุกมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทางที่เกิดขึ้นด้วยโปรแกรม HDM–4 จากสายทางจำนวนทั้งหมด 490 สายทาง ในฐานข้อมูลโครงข่ายถนนตามหมายเลขควบคุม ของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) กรมทางหลวง เมื่อนำฐานข้อมูลดังกล่าวไปประมวลผลการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนงานบำรุงรักษาทางด้วยโปรแกรม HDM–4 พบว่า ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทางมีการเปลี่ยนแปลงตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นตามกฎกำลังสี่ คือ จำนวนเท่าของความเสียหายจะเท่ากับกำลังสี่ของจำนวนเท่าของเพลามาตรฐานที่ใช้คำนวนในโปรแกรม HDM–4 แต่ถึงอย่างไรก็ตามน้ำหนักบรรทุกไม่ใช่ปัจจัยเดียวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทาง แต่ยังมีปัจจัยอื่นที่มีความเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณจราจรในสายทางนั้นๆ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษา ลักษณะทางกายภาพของทาง โครงสร้างชั้นทาง รวมถึงประวัติการซ่อมบำรุงในอดีตของสายทางนั้นด้วย ซึ่งการที่จะได้มาของข้อมูลดังกล่าวต้องใช้เวลานานในการสำรวจ และเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลานาน และต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูงซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการ

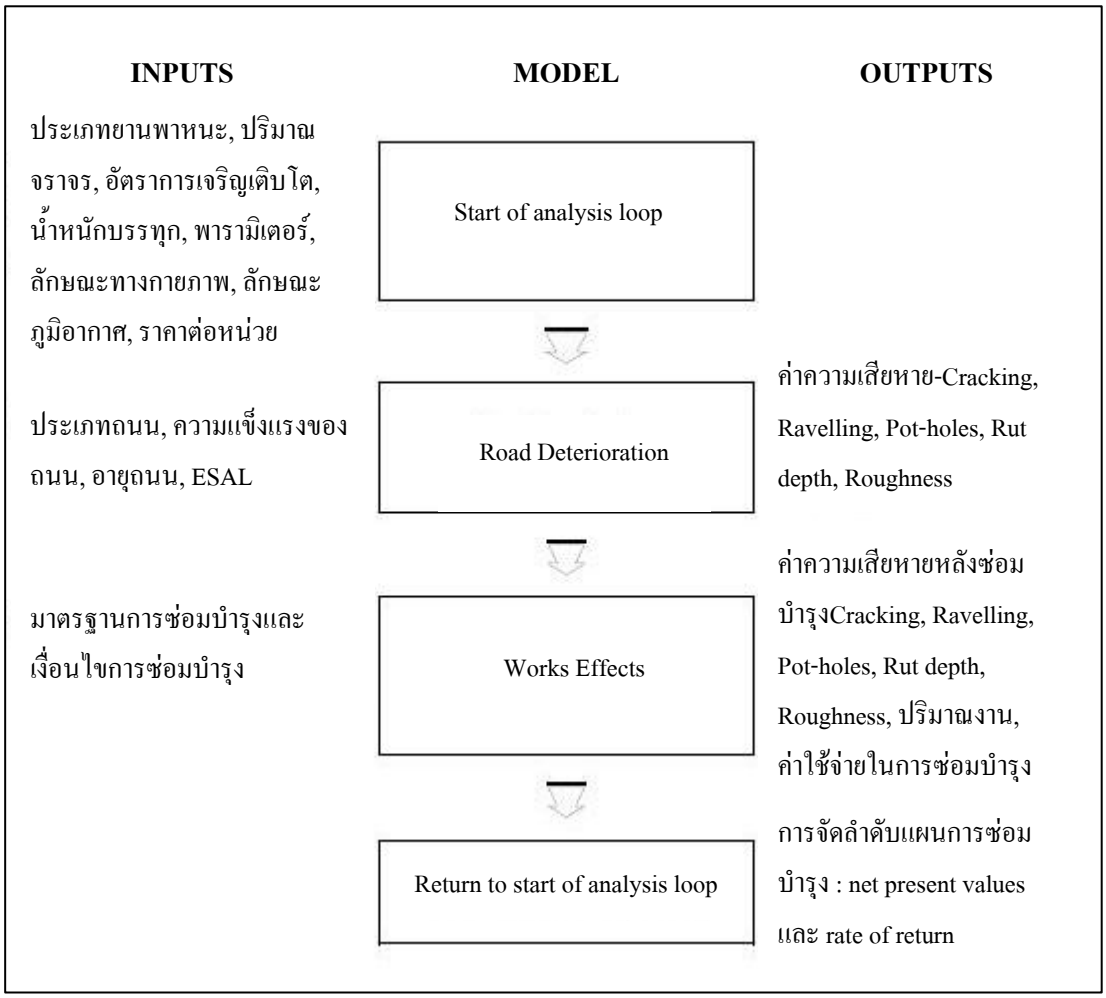
ทำวิจัยเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตามผู้ทำการวิจัยได้ใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันที่ดีที่สุดในการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง และความเสียหายของผิวทางดังกล่าว

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทางหลวง และค่าความเสียหายของผิวทางจากการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทาง และความเสียหายของผิวทางกับน้ำหนักรถบรรทุกในโปรแกรม HDM-4 สามารถสรุปได้ในภาพที่ 39



ภาพที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงทาง และความเสียหายของผิวทางกับน้ำหนักรถบรรทุกในโปรแกรม HDM-4

จากรูปจะเห็นว่าเมื่อนำเข้าข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ประเภทยานพาหนะ ปริมาณจราจร อัตราการเติบโต น้ำหนักบรรทุก ลักษณะทางกายภาพของสายทาง และอื่นๆ เข้าในโปรแกรม HDM-4 ระบบจะทำการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลการเสื่อมสภาพของผิวทาง (Road Deterioration Model) เพื่อให้ทราบถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นในอนาคต และระบบจะทำการเลือกวิธีการซ่อมบำรุงที่เหมาะสมจากข้อมูลเกณฑ์มาตรฐานงานซ่อมบำรุง (Works Standards) ซึ่งจะบ่งบอกถึงสภาพของผิวทางหลังการจากซ่อม (Work Effects: WE) ค่าใช้จ่ายในการบำรุงทาง รวมทั้งวิธีซ่อมบำรุง จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญ (Prioritisation) ของการบำรุงรักษาสายทางแต่ละเส้น (Section) ในช่วงเวลาที่ต้องการวิเคราะห์ภายใต้กรอบงบประมาณที่กำหนด โดยพิจารณาจากทางเลือกของการบำรุงรักษาแต่ละประเภทซึ่งแบ่งตามลักษณะของงานที่ให้ผลประโยชน์ตอบแทนมากที่สุด ส่วนดัชนีของผลตอบแทนที่ใช้ในการจัดลำดับความสำคัญได้พิจารณาจากสัดส่วนของมูลค่าผลประโยชน์ปัจจุบันสุทธิและค่าใช้จ่าย (NPV/CAP)

จากผลการศึกษาถนนในสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) เฉพาะถนนลาดยาง ซึ่งมีระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรเท่ากับ 3,252.35 กิโลเมตร (สถานะข้อมูล พ.ศ.2550 กรมทางหลวง) หากมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกที่น้ำหนักรวมต่างๆ ก็จะเกิดผลกระทบต่อการซ่อมบำรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดกับผิวทาง ซึ่งได้สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ความเสียหายของถนนผิวทางลาดยางจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลาของรถบรรทุกที่กระทำลงบนผิวทาง และจำนวนเที่ยวของน้ำหนักที่ผ่านทาง โดยจะเกิดรอยแตกร้าวหรือร่องล้อทำให้เกิดความไม่สะดวกสบายในการเดินทางของผู้ใช้ทาง

2. เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักบรรทุก ที่น้ำหนักรวมต่างๆ โดยยึดตามการเปลี่ยนแปลงรถบรรทุก 10 ล้อ โดยมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักบรรทุกเป็น 27.5, 30 และ 31.25 ตันจากพิกัดน้ำหนัก 25 ตันตามกฎหมาย จะทำให้รถบรรทุกชนิดอื่นจะต้องมีการเปลี่ยนพิกัดน้ำหนักตามไปด้วย เช่น รถบรรทุก 6 ล้อ จะมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักเป็น 16.5, 18 และ 18.75 ตัน จากพิกัดน้ำหนัก 15 ตันตามกฎหมาย เป็นต้น

3. กำหนดกรณีศึกษาทั้งหมด 4 กรณีศึกษา โดยในกรณีที่ 1 เป็นสถานการณ์การบรรทุกน้ำหนักปัจจุบันตามพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนด กรณีที่ 2 เป็นสถานการณ์ที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไปอีก 10 เปอร์เซ็นต์ กรณีที่ 3 เป็นสถานการณ์ที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมาย

กำหนดขึ้นไปอีก 20 เปอร์เซ็นต์ และกรณีที่ 4 เป็นสถานการณ์ที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไปอีก 25 เปอร์เซ็นต์

4. จากผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับถนนบนโครงข่ายทางหลวงของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) พบว่า หากมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไป (กรณีที่ 2, 3 และ4) แล้วทำให้มีจำนวนแผนงานการซ่อมบำรุงมากขึ้น ทำให้ทางรัฐบาลต้องทำการบูรณะซ่อมแซมถนนด้วยวิธีต่างๆ ก่อนกำหนดเพื่อให้ถนนมีอายุใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้ ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ไม่สามารถนำเงินไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นได้

5. ระยะทางทั้งหมดบนโครงข่ายสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) 3,252.35 กิโลเมตร จะต้องทำการซ่อมบำรุงในแต่ละปีเป็นระยะทางแตกต่างกันในแต่ละกรณี เนื่องจากในแต่ละกรณีถนนมีความเสียหายที่ต่างกัน

6. ในกรณีศึกษาที่ 1 หรือสภาพการบรรทุกน้ำหนักปัจจุบันตามพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดจะทำให้ทางรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเป็นเงิน 7,901.71 ล้านบาท (คิดเป็นเงินรวมในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ) และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ย เท่ากับ 4.06 เมตรต่อกิโลเมตร (คิดเป็นค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบจำกัดงบประมาณ)

7. ในกรณีที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไปอีก 10 เปอร์เซ็นต์ (กรณีที่ 2) ทำให้ทางรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นเป็นเงิน 1,182.00 ล้านบาท (คิดเป็นเงินรวมในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ) และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.28 เมตรต่อกิโลเมตร (คิดเป็นค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบจำกัดงบประมาณ)

8. ในกรณีที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไปอีก 20 เปอร์เซ็นต์ (กรณีที่ 3) ทำให้ทางรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นเป็นเงิน 2,713.18 ล้านบาท (คิดเป็นเงินรวมในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ) และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.60 เมตรต่อกิโลเมตร (คิดเป็นค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบจำกัดงบประมาณ)

9. ในกรณีที่เพิ่มพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนดขึ้นไปอีก 25 เปอร์เซ็นต์ (กรณีที่ 4) ทำให้ทางรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้นเป็นเงิน 3,481.78 ล้านบาท (คิดเป็นเงินรวมในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบไม่จำกัดงบประมาณ) และความเสียหายของผิวทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.86 เมตรต่อกิโลเมตร (คิดเป็นค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ.2551-2555 โดยวิเคราะห์แบบจำกัดงบประมาณ)

10. ถนนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักบรรทุกนั้นจะเป็นถนนที่มีปริมาณรถบรรทุกวิ่งผ่านเป็นจำนวนมาก หรือเป็นเส้นทางที่ต้องทำการขนส่งสินค้าและบริการ ได้แก่ ถนนในแขวงการทางระยอง

ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาจะเห็นว่าสถานการณ์ปัจจุบันที่รถบรรทุกเกินพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนด หากไม่มีมาตรการการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุกที่เข้มงวดชัดเจน ก็จะทำให้ถนนเกิดความเสียหายและรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเป็นจำนวนเงินมหาศาล ถึงแม้จะมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกใหม่ แต่หากมีการควบคุมทางกฎหมายที่เข้มงวดไม่ให้มีผู้ฝ่าฝืนกฎหมาย ก็จะส่งผลให้รัฐบาลเสียค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงน้อยลง ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดมาตรการการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุก และกำหนดพิกัดน้ำหนักที่เหมาะสม เพื่อให้อายุการใช้งานถนนไม่หดสั้นลงจนเกินไป

2. ในการศึกษาได้ทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของถนนผิวลาดยางในความดูแลของสำนักทางหลวงที่ 12 (ชลบุรี) แต่ถนนคอนกรีตบางเส้นทางก็เป็นเส้นทางหลักในการขนส่ง ดังนั้นจึงควรศึกษาผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกต่อถนนผิวทางคอนกรีตสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

3. ในการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงวิธีการซ่อมบำรุง และค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนการซ่อมบำรุงทางของกรมทางหลวง และจัดสรรงบประมาณได้เหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนน

4. ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกนั้นจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการขนส่ง โดยทำการศึกษาผลประโยชน์ของผู้ประกอบการขนส่งจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถบรรทุกเมื่อมีการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเปลี่ยนข้อกำหนดพิกัดน้ำหนักตามกฎหมาย เพื่อเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศในภาพรวมต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทางหลวง. 2550. **โครงการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะสภาพความเสียหายของทาง พื้นที่ภาคกลาง.** รายงานฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กระทรวงคมนาคม. 2545. **โครงการศึกษาผลกระทบและความเป็นไปได้ในการเพิ่มมาตรฐานการรับน้ำหนักรถบรรทุก.** รายงานฉบับสมบูรณ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์ 2543. **ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทางเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิทธิพันธุ์ สิทธิการิยะ. 2543. **ผลกระทบของค่าใช้จ่ายในการดำเนินการใช้รถบรรทุกเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักบรรทุก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Bennett, C.R. 1999. **Calibration of HDM Speed Prediction Model to Thailand.** Highway and Traffic Consultants Ltd., U.K.

Ian D. Greenwood and Christopher R. Bennett. 1999. **Calibration of the HDM-4 Congestion Model for Thailand Motorway Project.** Thailand Department of Highways.

N.D. Lea International Ltd. and HTC Infrastructure Management Ltd. 1996. **Thailand Road User Effects Model**. Report to the International Study of Highway Development and Management Tools.

NDLI and Thailand Department of Highways. 1992. **Road Maintenance Project in Thailand.** Asian Development Bank.

World Bank Washington, D.C., and The World Road Association (PIARC). 2007. **The Highway Development and Management Series Volumes 1–7.**

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

มาตรฐานการซ่อมบำรุงในโปรแกรม HDM–4 ของกรมทางหลวง

ตารางผนวกที่ ก1 การตั้งค่างานบำรุงปกติ (Routine Maintenance)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	RM00
	Intervention Type:	Responsive
Intervention	Responsive Criteria:	IRI ≤ 12 m/km
		Interval ≤ 1Year(s)
Costs	Economic Cost:	0
	Financial Cost:	0

ตารางผนวกที่ ก2 การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal Type I

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	SS01
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Slurry Seal
	Thickness:	25 mm
	Dry Season:	0.2
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	3Year(s) ≤ Interval ≤ 6Year(s)
		10% ≤ Ravelling ≤ 30%
		OR
		3Year(s) ≤ Interval ≤ 6Year(s)
		10% ≤ Wide Structural Cracking ≤ 30%
Costs	Economic Cost:	24 Baht / m^2
	Financial Cost:	30 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก3 การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Slurry Seal Type II

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	SS02
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Slurry Seal
	Thickness:	25 mm
	Dry Season:	0.2
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	3Year(s) ≤ Interval ≤ 6Year(s)
		Ravelling ≥ 30%
		OR
		3Year(s) ≤ Interval ≤ 6Year(s)
		Wide Structural Cracking ≥ 30%
Costs	Economic Cost:	48 Baht / m^2
	Financial Cost:	60 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก4 การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Chip Seal

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	SC01
	Intervention Type:	Responsive
Intervention	Responsive Criteria:	$3\text{Year(s)} \leq \text{Interval} \leq 6\text{Year(s)}$
		$\text{Ravelling} \leq 10\%$
		OR
		$3\text{Year(s)} \leq \text{Interval} \leq 6\text{Year(s)}$
		$\text{Wide Structural Cracking} \leq 10\%$
Costs	Economic Cost:	56 Baht / m^2
	Financial Cost:	70 Baht / m^2

ตารางผนวกที่ ก5 การตั้งค่างานฉาบผิวทางแบบ Fog Seal

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	SF01
	Intervention Type:	Responsive
Intervention	Responsive Criteria:	$3\text{Year(s)} \leq \text{Interval} \leq 6\text{Year(s)}$
Costs	Economic Cost:	7.2 Baht / m^2
	Financial Cost:	9 Baht / m^2

ตารางผนวกที่ ก6 การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 4 ซ.ม. (4 cm Overlay)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	OL04
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Asphaltic Concrete
	Thickness:	40 mm
	Dry Season:	0.4
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	Two–way AADT ≤ 2,000 veh/day IRI ≥ 3.5 m/km OR Two–way AADT ≤ 2,000 veh/day Rut depth mean ≥ 25 mm. OR Two–way AADT ≤ 2,000 veh/day Interval ≥ 7Year(s)
Costs	Economic Cost:	152 Baht / m^2
	Financial Cost:	190 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก7 การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 5 ซ.ม. (5 cm Overlay)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	OL05
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Asphaltic Concrete
	Thickness:	50 mm
	Dry Season:	0.4
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	2,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 5,000 veh/day IRI ≥ 3.5 m/km OR 2,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 5,000 veh/day Rut depth mean ≥ 25 mm. OR 2,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 5,000 veh/day Interval ≥ 7Year(s)
Costs	Economic Cost:	208 Baht / m^2
	Financial Cost:	260 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก8 การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 8 ซ.ม. (8 cm Overlay)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	OL08
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Asphaltic Concrete
	Thickness:	80 mm
	Dry Season:	0.4
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	5,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 10,000 veh/day IRI ≥ 3.5 m/km OR 5,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 10,000 veh/day Rut depth mean ≥ 25 mm. OR 5,000.1 ≤ Two–way AADT ≤ 10,000 veh/day Interval ≥ 7Year(s)
Costs	Economic Cost:	288 Baht / m^2
	Financial Cost:	360 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก9 การตั้งค่างานเสริมผิวทาง 10 ซ.ม. (10 cm Overlay)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	OL10
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Asphaltic Concrete
	Thickness:	100 mm.
	Dry Season:	0.4
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	Two–way AADT ≥ 10,000.1 veh/day IRI ≥ 3.5 m/km OR Two–way AADT ≥ 10,000.1 veh/day Rut depth mean ≥ 25 mm. OR Two–way AADT ≥ 10,000.1 veh/day Interval ≥ 7Year(s)
Costs	Economic Cost:	408 Baht / m^2
	Financial Cost:	510 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ตารางผนวกที่ ก10 การตั้งค่างานปะซ่อมผิวทาง (Patching)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	SP00
	Intervention Type:	Responsive
Intervention	Responsive Criteria:	Potholing ≥ 1 no./km
Costs	Economic Cost:	224 Baht / m^2
	Financial Cost:	280 Baht / m^2
Effects	Distress Repaired:	100% (Potholing only)
		Twelve months (Time lapse to Patching)

ตารางผนวกที่ ก11 การตั้งค่างานบูรณะทางผิวแอสฟัลต์ (Rehabilitation)

ประเภทการตั้งค่า		รายละเอียด
General	Short Code:	RB00
	Intervention Type:	Responsive
Design	Surface Material:	Asphaltic Concrete
	Thickness:	50 mm
	Dry Season:	0.2
	Depth of Milling	50 mm
	CDS:	1
Intervention	Responsive Criteria:	Interval ≥ 20Year(s)
		IRI ≥ 5.0 m/km
Costs	Economic Cost:	304 Baht / m^2
	Financial Cost:	380 Baht / m^2
Effects	Roughness:	2.5 m/km
	Rutting:	0 mm
	Texture Depth:	Use default values (0.7 mm)
	Skid Resistance:	Use default values (0.5 mm)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายสุภวัฒน์ หอมเอื้อม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 16 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	สกลนคร
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(โยธา) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรจราจรและขนส่ง
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท โชติจินดา มูเชล คอนซัลแตนท์ จำกัด
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	–
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	–