ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทาง
เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก

นาย นนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0044-1

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPACT ON HIGHWAY ENGINEERING DUE TO TRUCK LOAD LIMIT CHANGE

Mr. Nonthawat Panasomboon

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-13-0044-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทาง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก
โดย	นาย นนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักรี จัตุฑะศรี)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรวิศ นฤปิติ)

.....กรรมการ
(นาย สุรชัย ศรีเลณวัติ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์ : ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทางเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก (IMPACT ON HIGHWAY ENGINEERING DUE TO TRUCK LOAD LIMIT CHANGE) อ.ที่ปรึกษา : รศ. อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร. สรวิศ นฤปิติ, 146 หน้า. ISBN 974-13-0044-1

รถบรรทุกเป็นปัจจัยสำคัญในการขนส่งสินค้าต่างๆภายในประเทศโดยเฉพาะการขนส่งสินค้าประเภทผลิตผลทางการเกษตร และวัสดุก่อสร้าง ซึ่งการขนส่งสินค้าเหล่านี้มักจะเกินพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกที่ทางราชการกำหนดส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อถนนโดยเฉพาะผิวทางแอสฟัลติกคอนกรีต ซึ่งเป็นถนนส่วนใหญ่ในประเทศ ทำให้ช่วงเวลาในการเสริมผิวถนนหดสั้นลง รัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบูรณะซ่อมแซมก่อนกำหนดเวลาเป็นจำนวนเงินมหาศาล และบางครั้งปัญหารถบรรทุกหนักเกินพิกัดได้ถูกหยิบยกมาเป็นปัญหาทางการเมืองอีกด้วย

ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก 5 กรณีศึกษา โดยในกรณีศึกษาที่ 1 จะเป็นสภาพการขนส่งในปัจจุบันซึ่งมีการบรรทุกเกินพิกัดภายใต้กฎหมายปัจจุบัน (10 ล้อ 21 ตัน) ส่วนกรณีศึกษาที่ 2 เป็นการควบคุมให้มาตรการทางกฎหมายปัจจุบันมีความเข้มงวดและไม่มีผู้ใดฝ่าฝืน สำหรับกรณีที่ 3, 4 และ 5 จะเป็นการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกโดยให้รถบรรทุก 10 ล้อ เป็นเกณฑ์ มีน้ำหนักรวมเป็น 25, 30 และ 35 ตัน ตามลำดับ และทำการวิเคราะห์เฉพาะผลที่เกิดจากรถบรรทุก 6 ล้อ, 10 ล้อ, 18 ล้อกึ่งพ่วง และ 18 ล้อพ่วง

จากการศึกษาพบว่า น้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกและจำนวนเที่ยวที่วิ่งผ่านบนถนนเส้นนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อายุใช้งานของถนนหดสั้นลง ในกรณีศึกษาที่ 1 (สภาพปัจจุบัน) จะทำให้ถนนเกิดความเสียหายเร็วที่สุดและรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายช่วงปี พ.ศ. 2541-2559 ในการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนกำหนดเป็นจำนวนเงิน 132,690 ล้านบาท ส่วนกรณีศึกษาที่ 2 (10 ล้อ 21ตัน) ถนนจะมีอายุใช้งานตามที่ออกแบบไว้ และจะเสียหายเร็วขึ้นเมื่อเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกตามกรณีศึกษาที่ 3 (10ล้อ 25 ตัน), 4 (10 ล้อ 30 ตัน) และ 5 (10 ล้อ 35 ตัน) ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวเป็นเงิน 126,486 ล้านบาท, 130,368 ล้านบาท และ 131,370 ล้านบาทตามลำดับ นอกจากนี้ยังทราบถึงระยะทางและค่าเสริมผิวถนนในแต่ละปีของแต่ละกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการประกอบการวางแผนการซ่อมบำรุงผิวทาง การจัดสรรงบประมาณ และการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกที่เหมาะสมต่อไป

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2543 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4270367121 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEY WORD: EXCEEDING TRUCK WEIGHT REGULATION / PAVEMENT DAMAGES / ASSOCIATED COSTS
NONTHAWAT PANASOMBOON : IMPACT ON HIGHWAY ENGINEERING DUE TO TRUCK LOAD LIMIT CHANGE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. ANUAKALYA ISRASENA NA AYUDHYA, THESIS COADVISOR : ASSIST PROF. SORAWIT NARUPITI, Ph.D. 146 pp. ISBN 974-13-0044-1

Trucks are used as the main mean of transporting goods in Thailand. Their hauling weights especially agricultural products and building materials usually exceed weight regulation specified by laws causing damages to the road surface pavement especially asphaltic concrete type of pavement which is the predominant type of pavements in Thailand and shorten the time interval to the next surfacing. This costs the government a huge sum of money in repairing roads and in many occasions, are used as a political issue.

This thesis studies the impact of changing weight limits of the trucks. Five scenarios were looked at, the first one was being the prevailing condition where the hauling weight exceeded the limit (21 tons for 10 wheelers). The second dealt with the strict enforcement of the regulation and the remainders 3, 4 and 5 were about the increasing weight limits to 25, 30 and 35 tons respectively using the 10-wheeler as a bench mark limit. The effect of the increased weights on 6, 10 wheelers, semi trailer and full trailer were examined.

The results revealed that the increase in axle weights and number of vehicle passes were the main cause of pavement damages. The first scenario was the worse case of all, associated costs to repair the damages would amount to 132,690 million bahts from 2541 to 2559. The second scenario was the best case of all where the time interval for resurfacing was as planned schedule. For the 3, 4 and 5 scenarios the damages were 126,486 million bahts, 130,368 million bahts and 131,370 million bahts respectively. Further, the results also shown the time intervals for the next resurfacing which are useful for budget planning and resurfacing program.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department……Civil Engineering…… Student's signature……
Field of study……Civil Engineering…… Advisor's signature……
Academic year……2000…… Co-advisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ ลุล่วง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย ศาสตราจารย์ จักรี จัตุฑะศรี และ คุณสุรชัย ศรีเลณวัติ ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์และตรวจสอบวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยโดยสมบูรณ์

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ ศาสตราจารย์ ดร. ดิเรก ลาวัณย์ศิริ ที่ให้คำชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนมีความสำนึกในพระคุณของบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่ผู้เขียนจนกระทั้งสำเร็จการศึกษา และผู้เขียนมีความสำนึกในพระคุณของคณาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนวิชาการต่าง ๆ ให้กับผู้เขียน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย สมาคมนิสิตเก่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับเงินทุนอุดหนุนวิจัย

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบพระคุณต่อหน่วยงานราชการและหน่วยงานเอกชนที่ให้การสนับสนุนข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนขอขอบคุณต่อกำลังใจที่เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่สำนักกลางนักเรียนคริสเตียนที่มีให้กับผู้เขียนมาโดยตลอด

นนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์

มีนาคม 2544

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยที่ผ่านมา..... 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา..... 18

3 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษา..... 27

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับถนน..... 27

3.2 ข้อมูลปริมาณจราจร..... 29

3.3 ข้อมูลรถบรรทุก..... 30

4 การวิเคราะห์ปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ..... 32

4.1 การกำหนดช่วงของเส้นทางบนโครงข่ายทางหลวง..... 32

4.2 การหาปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงบนโครงข่ายทางหลวง..... 32

4.3 การปรับขยายสัดส่วนรถบรรทุกประเภท Heavy Truck..... 35

4.4 การหาอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุก..... 40

5 การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทาง..... 47

5.1 การกำหนดกรณีศึกษา (Scenario) ในการศึกษา..... 47

5.2 การคำนวณหาค่า Truck Factor..... 54

หน้า

5.3 ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดในแต่ละกรณีศึกษา..... 62
5.4 การกำหนด Factor ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุก ใน ADT..... 64
5.5 ปริมาณรถบรรทุกเปล่า..... 66
5.6 การคำนวณค่า Truck Factor ประจำจังหวัด..... 66
5.7 ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกในช่องจราจรที่ใช้ออกแบบ (Truck Distribution Factor)..... 70
5.8 ปริมาณการจราจรตลอดอายุการใช้งาน..... 71
5.9 มาตรการการใช้กฎหมายบังคับในแต่ละกรณีศึกษา..... 73
5.10 การคำนวณค่า Equivalent Single Axle Load: ESAL..... 74
5.11 การคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ในการออกแบบ..... 77
5.12 การคำนวณสัดส่วน ESAL และหาอายุใช้งานของถนน..... 78
5.13 การออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์ (Design of Overlays)..... 85
5.14 การประเมินค่าเสียหาย..... 89
6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 97
6.1 สรุปผลการศึกษา..... 97
6.2 ปัญหาที่พบในการศึกษา..... 100
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 100
รายการอ้างอิง..... 102
ภาคผนวก..... 105
ภาคผนวก ก 106
ภาคผนวก ข 125
ประวัติผู้เขียน..... 146

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 แสดงค่า Equivalent Axle Load Factors : EALF ตาม The Asphalt Institute (1981)..... 11

2.2 Annual Pavement Serviceability Consumed by Known Overweight Trucks and by a Hypothetical Fleet of Legalized Trucks..... 25

2.3 Selected combination truck loadings..... 26

4.1 แสดงช่วงย่อยที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงที่ 4.. 34

4.2 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยบนทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงที่ 4..... 35

4.3 แสดงจังหวัดที่ใช้สัดส่วนร่วมกับจังหวัดที่มีตำแหน่งเก็บข้อมูล..... 39

4.4 แสดงสัดส่วนรถบรรทุกที่ใช้ในการปรับแก้ปริมาณรถ HEAVY TRUCK..... 40

4.5 การกำหนดจังหวัดลงภูมิภาคเพื่อใช้ในการหาค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร..... 43

4.6 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของประชากรแบ่งตามภูมิภาคและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ..... 43

4.7 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของ Real Per Capital ราคาปี 2531 กรณีฐานแบ่งตามภูมิภาคและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ..... 44

4.8 ค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้แบ่งประเภทของรถบรรทุกและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ..... 44

4.9 อัตราการเพิ่มของปริมาณรถบรรทุก 6 ล้อ..... 45

4.10 อัตราการเพิ่มของปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง..... 45

5.1 มาตรฐานน้ำหนักรถและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน (ตัน)... 47

5.2 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 10 ล้อ จากสมการที่ 5.3, 5.4 และ 5.5.... 51

5.3 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆที่ทำการปรับแก้แล้วของรถบรรทุก 10 ล้อ..... 51

5.4 แสดงการหาน้ำหนักลงเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ..... 52

5.5 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 6 ล้อ จากสมการที่ 1..... 52

5.6 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง..... 53

5.7 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง..... 53

5.8 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่1,2..... 53

หน้า

5.9 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 3..... 54
5.10 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 4..... 54
5.11 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับ
กรณีศึกษาที่ 5..... 54
5.12 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 1..... 62
5.13 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 2..... 64
5.14 แสดงค่า Factor ที่ใช้ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดใน ADT
สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 และ 3..... 65
5.15 แสดงค่า Factor ที่ใช้ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดใน ADT
สำหรับกรณีศึกษาที่ 4 และ 5..... 65
5.16 แสดงร้อยละของรถเที่ยวเปล่าของรถบรรทุกแต่ละชนิด..... 66
5.17 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 1..... 67
5.18 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 2..... 68
5.19 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ
สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 และ 2..... 69
5.20 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ
สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 และ 4..... 69
5.21 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ
สำหรับกรณีศึกษาที่ 5..... 70
5.22 แสดงค่า Truck Distribution Factor สำหรับ Multiple Lane Highways..... 71
5.23 แสดงปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2559
แยกตามชนิดรถบรรทุกของทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี..... 72
5.24 แสดงปริมาณจราจรของรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุใช้งานตามช่วงปี
บนทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี..... 73
5.25 แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งาน
สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9..... 75

หน้า

5.26 แสดงปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งานสำหรับทุกกรณีศึกษา ในตัวอย่างที่ 9..... 75
5.27 แสดงการคำนวณค่า ESAL สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9..... 76
5.28 แสดงค่า ESAL สำหรับทุกกรณีศึกษาในตัวอย่างที่ 9..... 76
5.29 แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งานที่ใช้ในการออกแบบ ในตัวอย่างที่ 10..... 77
5.30 แสดงการคำนวณค่า ESAL สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9..... 78
5.31 แสดงสัดส่วน ESAL และอายุใช้งานในแต่ละกรณีศึกษาสำหรับตัวอย่าง ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี..... 79
5.32 แสดงระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร(กม.)ที่ต้องทำการบูรณะโดยวิธีเสริมผิวแอสฟัลท์ ในแต่ละปีแยกตามกรณีศึกษา..... 84
5.33 แสดงค่า CBR และ ค่า Mr แบ่งตามภูมิภาค..... 87
5.34 แสดงการคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์สำหรับทางหลวง หมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ในกรณีศึกษาที่ 1..... 88
5.35 แสดงความหนาสำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละกรณีศึกษาของทางหลวง หมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี..... 89
5.36 แสดงดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง และค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปี..... 90
5.37 แสดงค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละกรณีศึกษาสำหรับตัวอย่างที่ 13..... 91
5.38 แสดงราคาเสริมผิวของถนนที่จะต้องทำการบูรณะในแต่ละปี (ล้านบาท) แยกตาม กรณีศึกษา..... 92
5.39 แสดงค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนและค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปีของแต่ละกรณีศึกษา สำหรับตัวอย่างที่14..... 95
5.40 แสดงค่าเสียโอกาสในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา..... 96

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 หน้าตัดถนนแบบผิวลาดยางราคาถูก…….. 15

2.2 หน้าตัดถนนผิวแอสฟัลท์คอนกรีต (ปริมาณการจราจรสูง)…….. 15

2.3 หน้าตัดถนนผิวแอสฟัลท์คอนกรีต (ปริมาณการจราจรสูงมาก)…….. 16

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อ
น้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาเดี่ยว……... 23

2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อ
น้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาคู่……... 24

2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อ
น้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาสาม……... 24

4.1 โครงข่ายทางหลวงที่นำมาพิจารณา…….…… 33

4.2 ปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ. 2542……. 36

4.3 ปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวง
ในปี พ.ศ. 2542…… 37

5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักเพลาหลังของ
รถบรรทุก 6 ล้อ……. 49

5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักเพลาหน้าของ
รถบรรทุก 10 ล้อ……. 49

5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักเพลาที่ 2 ของ
รถบรรทุก 10 ล้อ……. 50

5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักเพลาที่ 3 ของ
รถบรรทุก 10 ล้อ……. 50

5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวม
รถบรรทุก 6 ล้อ……. 56

5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวม
รถบรรทุก 10 ล้อ…….. 56

5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างTruck Factorกับพิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก
18ล้อกึ่งพ่วง…….. 59

ภาพประกอบ หน้า

5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง……. 59
5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก ชนิดต่างๆ…….. 61
5.10 การจัดกลุ่มเปอร์เซนต์อายุที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 1 …….. 80
5.11 การจัดกลุ่มเปอร์เซนต์อายุที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 3 …….. 81
5.12 การจัดกลุ่มเปอร์เซนต์อายุที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 4 …….. 82
5.13 การจัดกลุ่มเปอร์เซนต์อายุที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 5 …….. 83
5.14 ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร(กม.)ที่ต้องทำการบูรณะโดยวิธี เสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปีแยกตามกรณีศึกษา…….. 85
5.15 แสดง Design Chart เพื่อหาความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตเต็มความลึก (Full Depth Asphalt Concrete) ณ สภาพแวดล้อมอุณหภูมิ 24°Cหรือ75°F 86
5.16 แสดงราคาเสริมผิวของถนนที่จะต้องทำการบูรณะในแต่ละปี (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา…….. 93
5.17 แสดงค่าเสียโอกาสในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา…… 95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในประเทศไทยได้มีการประกาศกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกมาตั้งแต่อดีต เพื่อเป็นการรักษาสภาพของถนนให้อยู่ได้นานตลอดอายุการใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ ข้อกำหนดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ คือ มีน้ำหนักรวม 12 ตัน รถบรรทุก 10 ล้อ มีน้ำหนักรวม 21 ตัน ได้บังคับใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 โดยกำหนดจากมาตรฐานการออกแบบผิวทางของสหรัฐอเมริกา ซึ่งแท้ที่จริงแล้วการออกแบบถนนในประเทศไทยกำหนดให้รับน้ำหนักเพลามาตรฐานไม่เกิน 8.2 ตันต่อเพลาสำหรับเพลาคู่ชิดกันในกรณีของรถบรรทุก 10 ล้อ และไม่เกิน 9.1 ตันสำหรับเพลาเดี่ยว หากมีการรับน้ำหนักเกินกว่าน้ำหนักเพลามาตรฐานที่กำหนดก็จะส่งผลกระทบต่อผิวทางและอายุการใช้งานของผิวทางได้ จากข้อกำหนดดังกล่าวจะเห็นว่ารถบรรทุกสามารถบรรทุกน้ำหนักเท่าไรก็ได้ถ้าจำนวนเพลามากพอที่จะเฉลี่ยให้น้ำหนักที่กระจายลงในแต่ละเพลาไม่เกินพิกัด เช่น รถบรรทุก18 ล้อพ่วง ที่มีรถพ่วงเป็นชนิดเพลาเดี่ยว 2 เพลา รับน้ำหนักลงเพลา 9.1 ตันต่อเพลาตามพิกัดน้ำหนักที่กำหนดจะมีน้ำหนักบรรทุกรวมถึง 39.2 ตัน และจะเห็นว่าปัจจุบันมีการนำรถบรรทุกประเภทนี้มาใช้ในการขนส่งมากขึ้น เพราะสามารถบรรทุกสินค้าได้คราวละมากๆ ส่งผลให้ลดราคาค่าขนส่ง และที่สำคัญคือช่วยลดความเสียหายของถนนที่เกิดจากการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัด

การขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกเป็นปัจจัยสำคัญในการขนส่งสินค้าต่างๆภายในประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขนส่งสินค้าพืชไร่ ผลิตผลทางการเกษตร และวัสดุก่อสร้าง ซึ่งการขนส่งสินค้าเหล่านี้มักจะเกินพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกที่ทางราชการกำหนดไว้ ส่งผลกระทบต่อความเสียหายของถนนโดยตรง แต่อย่างไรก็ตามยังมีการขอเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกอยู่เรื่อยมาโดยไม่คำนึงถึงความเสียหายของถนนที่เกิดขึ้น รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ในการซ่อมแซมถนนก่อนกำหนดเวลา จะเห็นว่าปัญหารถบรรทุกหนักเกินพิกัดนั้นเป็นปัญหาที่ยืดเยื้อมานานแล้วในประเทศไทย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลกระทบที่ชัดเจนทางด้านวิศวกรรมการทางจากการเพิ่มน้ำหนักพิกัดรถบรรทุก เพื่อช่วยเป็นแนวทางในการตัดสินใจกำหนดพิกัดน้ำหนักที่เหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อผู้สร้างถนนคือทางราชการและผู้ใช้คือผู้ประกอบการและประชาชนทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทางจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนนผิวทางแอสฟัลท์จากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกโดยอาศัยค่าเทียบเท่าน้ำหนักเพลามาตรฐาน

1.2.3 เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนกำหนดเวลา

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลระดับโครงข่ายทางหลวงแผ่นดินสายประธาน และทางหลวงแผ่นดินสายรองทั่วประเทศ

1.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการจราจรบนทางหลวงจากรายงานปริมาณการจราจรบนทางหลวงของกรมทางหลวง

1.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลรถบรรทุก น้ำหนักรถบรรทุกรวม น้ำหนักสินค้าที่บรรทุก และน้ำหนักลงเพลา จากข้อมูลสำรวจชั่งน้ำหนักรถบรรทุกโดยเครื่องชั่ง SPOT CHECK ในการศึกษาความ เหมาะสม สำรวจ และออกแบบรายละเอียด โครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศ

1.3.4 วิเคราะห์ผลกระทบจากรถบรรทุก 4 ประเภทคือ รถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง และรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาแนวทางการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุกให้อยู่ในพิกัดที่เหมาะสม

1.4.2 รวบรวมข้อมูลปริมาณการจราจร ข้อมูลรถบรรทุก ข้อมูลถนน และประวัติการบำรุง

1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆบนโครงข่ายทางหลวง

1.4.4 พิจารณาผลเสียหายต่อผิวทาง และหาความสัมพันธ์ระหว่างอายุการใช้งานกับพิกัดน้ำหนัก รถบรรทุกต่างๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4.5 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหารถบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดในกรอบของงานด้านวิศวกรรมการทาง

1.4.6 สรุปผลการทำวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักของรถบรรทุกประเภทต่างๆ

1.5.2 ทราบถึงความเสียหายที่เกิดกับถนนผิวทางแอสฟัลท์จากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก

1.5.3 ทราบค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนกำหนดเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและผลงานวิจัยที่ผ่านมา

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

น้ำหนักบรรทุกของรถบรรทุกและปริมาณรถบรรทุกที่วิ่งผ่านเส้นทางเป็นจำนวนมากจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อความคงทนของโครงสร้างถนนทำให้ถนนเสียหายไม่สามารถให้บริการได้หรือทำให้ไม่เกิดความสะดวกสบายในการเดินทาง สำหรับความเสียหายของผิวทางเกิดจากหลายสาเหตุแต่สาเหตุที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของรถบรรทุกจะได้กล่าวต่อไปนี้

2.1.1 สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทาง

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทางที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักของรถบรรทุกสามารถแยกได้ตามชนิดของผิวทางดังนี้

- **ถนนผิวทางแอสฟัลท์**

1. **น้ำหนักล้อ (Wheel load) หรือ น้ำหนักเพลา (Axle load)**

จากผลการทดสอบในสนามซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี คือ AASHTO ROAD TEST ซึ่งได้ทดลองในรัฐอิลลินอยส์ สหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1961 และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปในวงการวิศวกรรมการทางคือน้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลามีอำนาจการทำลายถนน (Damaging effect) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$\text{Damage effect ของน้ำหนักเพลาใดๆ} = (W / 8.2)^4 \qquad (2.1)$$

เมื่อ W = น้ำหนักเพลาใดๆมีหน่วยเป็น ตัน

8.2 = น้ำหนักเพลามาตรฐานหนัก 8.2 ตัน (18,000 ปอนด์)

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นว่าการทำลายถนนของน้ำหนักเพลานั้นจะเป็นไปตามกฎกำลังสี่ (Fourth power) เช่น ถ้าน้ำหนักเพลา 10 ตัน ซึ่งเทียบเท่ากับน้ำหนักรวม (Gross vehicle weight, GVW) ของรถบรรทุก 10 ล้อ คือ 30 ตัน จะมีอำนาจการทำลายล้างเท่ากับ $(10 / 8.2)^4 = 2.21$ เท่าของน้ำหนักเพลามาตรฐาน 8.2 ตัน จะเห็นว่าน้ำหนักเพลาเพิ่มเพียง 1.8 ตัน จะทำให้ความเสียหายของถนนเสียหายเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 121 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจจะกล่าวในเทอมของจำนวนเที่ยวของน้ำหนักเพลา (Load Repetitions) ได้ว่า น้ำหนักเพลา 10 ตัน ผ่านถนน 1 ครั้ง จะมีผลทางด้านการทำลายถนนเท่ากับน้ำหนักเพลา 8.2 ตัน ผ่านถนน 2.21 ครั้ง ดังนั้น น้ำหนักเพลา 10 ตันจะมีผลทำให้อายุใช้งานของถนนลดลง 2.21 เท่าของอายุที่ได้ทำการออกแบบตามน้ำหนักเพลามาตรฐาน 8.2 ตัน ถ้าทำการออกแบบถนนให้มีอายุการใช้งาน 7 ปี โดยยึดเอาน้ำหนักเพลา 8.2 ตันเป็นหลัก อายุใช้งานจะลดลงเหลือเท่ากับ $(7 / 2.21) = 3.17$ ปี ถ้าเพิ่มน้ำหนักเพลาเป็น 10 ตัน

น้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลานี้ถ้าหนักมากจะทำให้เกิดกำลัง (Stress) ทะลุทะลวงไปทำลายชั้นทางใต้ผิวทางแอสฟัลท์ได้ ดังนั้นในกรณีที่มีรถบรรทุกหนักมากวิ่งผ่านควรตรวจสอบชั้นพื้นทางอย่างละเอียด การหินคลุกทำพื้นทาง (Crushed rock base course) ที่มีความหนา 15 – 20 เซนติเมตร ตามมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไปอาจจะรับกำลังที่เกิดขึ้นไม่ได้ ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงความหนาหรือเปลี่ยนชนิดของชั้นพื้นทางเป็นแบบอื่นเช่น Asphalt treated granular base หรือ Cement bound granular base เป็นต้น

2. **จำนวนเที่ยวของน้ำหนักล้อ** (Repetition of wheel loads)

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

- **ถนนผิวทางคอนกรีต**

น้ำหนักล้อเป็นตัวแปรที่สำคัญในการคิดคำนวณหาความหนาของแผ่นคอนกรีต ดังที่ได้ทราบกันดีว่า วิทยาการในสมัยเริ่มแรกคือ “Corner crack theory“ เป็นทฤษฎีที่เกิดขึ้นจากการสังเกตพบว่าแผ่นถนนคอนกรีตมักจะมีรอยแตกที่มุมแผ่น และรอยแตกจะมีทิศทางเป็นมุมประมาณ 45 องศา กับขอบถนน จึงสามารถคิดคำนวณหาความหนาของแผ่นคอนกรีตได้โดยใช้ “Flexural theory“ธรรมดา

ต่อมา “Westergaad theory” ที่เกี่ยวข้องกับ “Slab on elastic foundation” ได้รับการพัฒนาในการออกแบบความหนาของแผ่นคอนกรีตโดยมีค่า Modulus of Subgrade Reaction และ Modulus of Rupture ของคอนกรีตเป็นสำคัญ สำหรับจำนวนเที่ยวของน้ำหนักล้อ (Repetition of wheel loads) มีผลกระทบบางส่วนต่อการออกแบบหาความหนาของแผ่นคอนกรีต ดังจะเห็นว่า PCA design method กำหนดเกณฑ์ไว้ว่า ถ้าอัตราส่วนกำลัง (Stress Ratio) ระหว่างกำลังรับแรงดัดในแผ่นคอนกรีต (Flexible Stress) กับ Modulus of Rupture ของคอนกรีต ต่ำกว่า 0.5 แผ่นคอนกรีตจะสามารถรับจำนวนเที่ยวของน้ำหนักล้อได้อย่างไม่จำกัด

2.1.2 ความเสียหายของผิวทางที่สำคัญเนื่องจากรถบรรทุกหนัก

ผลจากน้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลา และจำนวนเที่ยวที่ผ่านผิวทางของรถบรรทุกหนักจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทางในลักษณะต่างๆกันหลายรูปแบบ สามารถอธิบายลักษณะความเสียหายแยกตามชนิดของถนนได้ดังนี้

- **ถนนผิวทางแอสฟัลท์**

ความเสียหายสำคัญๆและเกิดขึ้นบ่อยต่อถนนผิวทางแอสฟัลท์มีอยู่ 3 ชนิดได้แก่ รอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้า (Fatigue Cracking) ร่องล้อ (Rutting) และรอยแตกที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Cracking) แต่ที่เกี่ยวข้องกับน้ำหนักรถบรรทุกจะเป็นความเสียหาย 2 ชนิดแรก สำหรับความเสียหายของผิวทางแบบผสมผสาน (Composite pavements) ที่มีผิวทางแอสฟัลต์อยู่บนผิวทางคอนกรีต จะมีลักษณะของความเสียหายในลักษณะเดียวกันกับผิวทางแอสฟัลต์ (Asphalt pavement)

สำนักวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(1) รอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้า (Fatigue Cracking) มักมีลักษณะคล้ายหลังจระเข้เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า “Alligator Cracking“ ซึ่งกลไกการเกิดรอยแตกลักษณะนี้มีสาเหตุมาจากการรับน้ำหนักซ้ำแล้วซ้ำอีกของโครงสร้างถนนและเกิดการแอ่นตัวขึ้นทำให้เริ่มเกิดการแตกร้าวตามแนวยาว (Longitudinal Cracking) จะมีลักษณะรอยแตกร้าวเป็นแนวเดี่ยวๆ ทอดไปตามทิศทางเดียวกับการจราจร ก่อนพัฒนาเชื่อมกันระหว่างรอยต่อเกิดเป็น Fatique Cracking ขึ้น การเกิดรอยแตกในลักษณะนี้จะเกิดเฉพาะส่วนที่รับน้ำหนักหรือที่ล้อผ่าน แต่จะไม่เกิดกับพื้นผิวทางทั้งหมด รอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้าเป็นความเสียหายที่สำคัญต่อโครงสร้างทางจะทำการวัดในหน่วยตารางฟุต หรือตารางเมตร ของพื้นที่ผิวถนน

(2) ร่องล้อ (Rutting) เป็นการยุบตัวถาวร (permanent deformation) จะเกิดที่ผิวทางเป็นรอยร่องล้อ และจะดันผิวทางด้านข้างขึ้นทำให้เกิดน้ำขังซึ่งเป็นอันตรายต่อโครงสร้างถนนทำให้ชั้นดินเกิดการยุบตัว (Consolidation) หรือเกิดการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง (Lateral movement) ของวัสดุชั้นทางและจะไม่ปลอดภัยต่อการจราจร การเกิดร่องล้ออาจจะเกิดในขณะที่ผิวทางอยู่ในสภาพอากาศร้อนเมื่อมีน้ำหนักผ่านผิวทางจะเกิดการเคลื่อนตัวแบบ plastic ของแอสฟัลต์ หรืออาจจะเกิดจากการอัดชั้นดินไม่เพียงพอในระหว่างการก่อสร้าง การวัดปริมาณร่องล้อจะวัดในหน่วย ตารางฟุต หรือ ตารางเมตร ของพื้นที่ผิวทาง

- **ถนนผิวทางคอนกรีต**

ความเสียหายของถนนคอนกรีตส่วนใหญ่จะเกิดจากคุณสมบัติของชั้นดินพื้นทางหรือดินฐานราก เช่นดินชนิด Soft marine clay ที่มีอยู่รอบกรุงเทพฯจะมีปริมาณน้ำสูง (water content) ทำให้เกิดการทรุดตัว (consolidation) รวมถึงกระบวนการก่อสร้างทางเช่น การบดอัด ปรับพื้นผิวเป็นต้น ทำให้เกิดช่องว่างใต้แผ่นคอนกรีตได้ ผิวทางคอนกรีตจะเกิดความเสียหาย 2 ชนิดที่สำคัญได้แก่ รอยแตกที่เกิดจากความล้า (Fatigue Cracking) และการกัดกร่อน (Erosion or Pumping) ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะความเสียหายของแต่ละชนิดได้ดังนี้

(1) รอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้า (Fatigue Cracking) โดยปกติความเสียหายของผิวถนนคอนกรีตโดยเฉพาะอย่างยิ่งถนนคอนกรีตแบบมีรอยต่อมักเสียหายในลักษณะการแตกร้าวเป็นส่วนใหญ่ โดยที่มีสาเหตุหลักมาจากการเกิดช่องว่างขึ้นใต้แผ่นพื้นคอนกรีตทำให้ทุกครั้งที่มีน้ำหนัก

ยานพาหนะมากระทำซ้ำๆกันจะทำให้แผ่นคอนกรีตเกิดการแอ่นตัวขึ้นกระทั่งเกิดการแตกร้าวตามมา ส่วนใหญ่จะเกิดกำลัง (Stress) ที่บริเวณขอบแผ่นคอนกรีตตรงส่วนกลาง การเกิดรอยแตกร้าวในแผ่นคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนกำลัง (Stress ratio) ระหว่างกำลังรับแรงดึงจากการแอ่นตัว (Flexural tensile stress) กับค่ากำลังสูงสุดที่แผ่นคอนกรีตจะสามารถรับได้ (Modulus of rupture) ลักษณะรอยแตกที่เกิดขึ้นจะมีทั้งรอยแตกร้าวตามแนวยาว (Longitudinal Cracks) ทอดไปตามทิศทางเดียวกับการจราจรสามารถวัดได้ในหน่วยความยาวฟุตหรือเมตร และรอยแตกร้าวตามมุมรอยต่อ (Corner Cracks) มีลักษณะเป็นรูปหนึ่งส่วนสี่ของวงกลมที่มักเกิดบริเวณที่ตัดกันของรอยต่อคอนกรีต จะสามารถวัดได้จากการนับมุมรอยแตกที่เกิดขึ้น

(2) การกัดกร่อน (Erosion) ของวัสดุชั้นพื้นทางจะเกิดบริเวณรอยต่อหรือรอยแตกตามแนวขอบของแผ่นคอนกรีตที่มีน้ำแทรกซึมเข้าไปขังอยู่ เมื่อมีรถบรรทุกวิ่งผ่านจะทำให้แผ่นคอนกรีตทรุดตัวและดันน้ำให้พุ่งออกมาโดยน้ำที่พุ่งออกมาจะกัดกร่อนวัสดุชั้นพื้นทางพวกกรวด ดิน ทราย ออกมาพร้อมกันด้วยทำให้ไม่มีวัสดุรองรับผิวทาง ปรากฏการณ์นี้อาจเรียกอีกชื่อว่า การเกิด Pumping การวัดความเสียหายประเภทนี้จะวัดได้จากจำนวนครั้งที่เกิดขึ้น

2.1.3 **การวิเคราะห์ความเสียหาย** (Damage Analysis)

ในการวิเคราะห์ความเสียหายของถนนผิวทางแอสฟัลท์จะทำการวิเคราะห์ได้ทั้งความเสียหายชนิดรอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้า (Fatigue Cracking) และการยุบตัวถาวร (Permanent Deformation) ตัววัดความเสียหายสำหรับรอยแตกร้าวที่เกิดจากความล้านั้นสามารถอธิบายได้ดังสมการที่ 2.2

$$N_f = f_1 (\varepsilon_t)^{-f2} (E_1)^{-f3} \qquad (2.2)$$

เมื่อ N_f คือ Allowable number of load repetitions ที่ไม่ทำให้เกิด Fatigue cracking

f_1, f_2, f_3 คือ ค่าคงที่จากการทดสอบ มีค่า 0.0796, 3.291 และ 0.854 ตามลำดับเสนอโดย The Asphalt Institute

ε_t คือ ค่า tensile strain ณ จุดต่ำสุดของผิวแอสฟัลท์

E_1 คือ ค่า elastic modulus ของผิวแอสฟัลท์

และตัววัดความเสียหายสำหรับการยุบตัวถาวรสามารถอธิบายได้ดังสมการที่ 2.3

$$N_d = f_4 (\varepsilon_c)^{-f5} \quad (2.3)$$

เมื่อ N_d คือ Allowable number of load repetitions ที่ไม่ทำให้เกิดการสูญเสียตัวถาวร

f_4 , f_5 คือ ค่าคงที่จากการทดสอบ มีค่า 1.365×10^{-9} และ 4.477 ตามลำดับเสนอโดย The Asphalt Institute

ε_c คือ ค่า compressive strain ณ จุดบนสุดของ Subgrade

2.1.4 Equivalent Axle Load Factor

Equivalent Axle Load Factor (EALF) จะเป็นตัวบอกถึงความเสียหายต่อการผ่านผิวถนนของน้ำหนักเพลาเทียบกับความเสียหายที่เกิดจากการผ่านของน้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน 18,000 ปอนด์ ค่า EALF สามารถพิจารณาได้จากตัววัดความเสียหายที่เกิดกับผิวทางแอสฟัลท์ได้ดังนี้

(1) พิจารณาความเสียหายชนิดรอยแตกเนื่องจากความล้า ค่า EALF ได้จากสัดส่วนของ N_f ระหว่างน้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน 18,000 ปอนด์ (N_{f18}) กับน้ำหนักเพลาใดๆ (N_{fX}) จะได้ดังสมการที่ 2.4

$$EALF = (N_{f18} / N_{fX}) \quad (2.4)$$

จากสมการที่ 2.2 จะได้

$$EALF = (\varepsilon_{tX} / \varepsilon_{t18})^{f2} \quad (2.5)$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจาก Tensile Strain (ε_t) ขึ้นอยู่กับน้ำหนักเพลาที่กระทำกับผิวทางดังนั้นสามารถหา EALF ได้จากสมการที่ 2.6

$$EALF = (L_x / 18{,}000)^{f2} \quad (2.6)$$

ค่า L_x คือน้ำหนักเพลาเดี่ยว และค่า f_2 นั้นทาง The Asphalt Institute กำหนดให้มีค่า 3.291 ส่วน Deacon (1969) เสนอให้ใช้ค่า f_2 เท่ากับ 4 ซึ่งจะทำให้การหา EALF เหมือนการหา Damage Effect ในสมการที่ 2.1

(2) พิจารณาความเสียหายชนิดการยุบตัวถาวรจะสามารถคำนวณหา EALF ได้จากสัดส่วนของ N_d ระหว่างน้ำหนักเพลามาตรฐาน 18,000 ปอนด์ (N_{d18}) กับน้ำหนักเพลาใดๆ ($N_{d\,X}$) จะได้ดังสมการที่ 2.7

$$EALF = (N_{d18} / N_{d\,X}) \quad (2.7)$$

จากสมการที่ 2.3 จะได้

$$EALF = (\varepsilon_{CX} / \varepsilon_{C18})^{f5} \quad (2.8)$$

เนื่องจาก Compressive Strain (ε_c) ขึ้นอยู่กับน้ำหนักเพลาที่กระทำกับผิวทางดังนั้นสามารถหา EALF ได้จากสมการที่ 2.9

$$EALF = (L_x / 18{,}000)^{f5} \quad (2.9)$$

ค่า L_x คือน้ำหนักเพลาเดี่ยว และค่า f_5 นั้นทาง The Asphalt Institute กำหนดให้มีค่า 4.477 ส่วน Shell (1978) เสนอให้ใช้ค่า f_5 เท่ากับ 4 ซึ่งจะทำให้การหา EALF เหมือนการหา Damage Effect ในสมการที่ 2.1 เช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แต่อย่างไรก็ตามทาง The Asphalt Institute (1981) ได้แสดงค่า Equivalent Axle Load Factor สำหรับน้ำหนักเพลาต่างๆ แยกตามชนิดของเพลาดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1แสดงค่า Equivalent Axle Load Factors : EALF ตาม The Asphalt Institute (1981)

Axle Load (lb)	Equivalent Axle Load Factor : EALF			Axle Load (lb)	Equivalent Axle Load Factor : EALF		
	Single	Tandem	Tridem		Single	Tandem	Tridem
8,000	0.0430	0.0030	0.001	34,000	11.18	1.095	0.246
10,000	0.0877	0.0069	0.002	36,000	13.93	1.38	0.313
12,000	0.189	0.0144	0.003	38,000	17.20	1.70	0.393
14,000	0.360	0.0270	0.006	40,000	21.08	2.08	0.487
16,000	0.623	0.0472	0.011	42,000	25.64	2.51	0.597
18,000	1.00	0.0773	0.017	44,000	31.00	3.00	0.723
20,000	1.51	0.1206	0.027	46,000	37.24	3.55	0.868
22,000	2.18	0.180	0.040	48,000	44.50	4.17	1.033
24,000	3.03	0.260	0.057	50,000	52.88	4.86	1.22
26,000	4.09	0.364	0.080	52,000	-	5.63	1.43
28,000	5.39	0.495	0.109	54,000	-	5.47	1.66
30,000	6.97	0.658	0.145	56,000	-	7.41	1.91
32,000	8.88	0.857	0.191	58,000	-	8.45	2.20

Note. 1 lb = 4.45 N, 1 tons = 2,200 lb

ที่มา : The Asphalt Institute, Manual series No.1, 9th Edition (1981)

2.1.5 การออกแบบและลักษณะโครงสร้างของถนนลาดยางในประเทศไทย

ในปี ค.ศ. 1962 HIGHWAY RESEARCH BOARD แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้จัดพิมพ์รายงานวิจัยอันเป็นผลมาจากการวิจัยทางด้าน Pavement Research ที่ The American Association of State Highway Officials หรือ AASHO ได้ทำการวิจัยโดยการก่อสร้างถนนทดลองหรือ Test Road ในรัฐอิลลินอยส์ การทดลองนี้ต่อมาได้เป็นที่รู้จักกันทั่วโลกในนามของ AASHO Road Test ข้อมูลที่ปรากฏตามรายงานวิจัยของ HIGHWAY RESEARCH BOARD (1962) ได้ใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์พฤติกรรมของถนนภายใต้สภาวะการรับน้ำหนักบรรทุกต่างๆ ของสถาบันวิจัย และมหาวิทยาลัย

หลายแห่ง เช่น The Asphalt Institute, AASHO, TRANSPORT AND ROAD RESEARCH LABORATIORY เป็นต้น

วิธีออกแบบโครงสร้างชั้นทางหยุ่นตัว (ถนนลาดยาง) ในประเทศสหรัฐอเมริกาที่สำคัญและแพร่หลายกันมากมี 2 วิธี คือ วิธีของ The Asphalt Institute และวิธีของ AASHO ซึ่งทั้งสองวิธีเป็น Empirical Method มีพื้นฐานมาจาก AASHO Road Test การออกแบบตามวิธี AASHO จะใช้มากในรัฐต่างๆทั่วโลก การออกแบบโครงสร้างถนนในประเทศไทย ได้ยึดเอาวิธีของ The Asphalt Institute เป็นหลัก แต่ได้มีการปรับค่าความหนาของผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีตให้หนาน้อยลงเพื่อลดค่าลงทุนในการออกแบบก่อสร้างทางหลวงที่ได้ก่อสร้างขึ้นใหม่ เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาที่มีความต้องการทางหลวงทั่วประเทศเป็นจำนวนมาก ถ้าหากจะทำ Full design ตามวิธีของ The Asphalt Institute ทั้งหมดแล้วจะทำให้ความยาวของการก่อสร้างถนนลดลง อันจะทำให้การพัฒนาชนบทที่อยู่ห่างไกลไม่บรรลุเป้าหมาย การออกแบบถนนในประเทศที่กำลังพัฒนาเช่นประเทศไทย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องออกแบบในลักษณะของ Planned Stage Construction กล่าวคือ ถนนทุกสายจะต้อง ทำการ Overlay ภายหลังจากที่ได้เปิดใช้งานมาได้นาน 5–7 ปี การดำเนินการออกแบบก่อสร้างถนนในลักษณะนี้จะก่อให้เกิดการพัฒนาประเทศอย่างทั่วถึงทั่วทุกส่วนของประเทศเพราะว่าเงินที่ใช้ในการลงทุนจะแพร่กระจายไปในทุกส่วนของประเทศในสัดส่วนที่เหมาะสมตามความจำเป็นและความเร่งด่วนในแต่ละท้องถิ่น

2.1.5.1 วิวัฒนาการของการออกแบบโครงสร้างชั้นทางโดยวิธีของ THE ASPHALT INSTITUTE

ในปี ค.ศ. 1956 The Asphalt Institute ได้จัดพิมพ์คู่มือการออกแบบความหนาของโครงสร้างถนนลาดยางขึ้นโดยคิดว่า ความหนาทั้งหมดของโครงสร้างถนนขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจร น้ำหนักล้อ และ CBR ของดินคันทาง

(1) 1962 – Design Chart ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการปรับปรุงคู่มือการออกแบบหลายครั้ง และในครั้งที่ 6 ซึ่งได้พิมพ์ในปี ค.ศ.1962 ได้กำหนดความหนาต่ำสุดของ asphaltic concrete base และ asphaltic concrete surface ไว้และระบุปริมาณการจราจรและจำนวนรถบรรทุกเบา และรถบรรทุกหนักเอาไว้ด้วย

(2) 1963 – Design Chart ในปี ค.ศ. 1963 The Asphalt Institute ได้จัดพิมพ์คู่มือการออกแบบฉบับพิมพ์ครั้งที่ 7 โดยได้ใช้ข้อมูลของ AASHO Road Test ตามที่ได้พิมพ์ไว้ในรายงานวิจัยของ HIGHWAY RESEARCH BOARD (1962) เป็นหลักผนวกกับข้อมูลจาก WASHO Road และจาก Road Test ในประเทศอังกฤษ โดยความหนาของชั้นทางของถนนจะเป็นฟังก์ชันของส่วนประกอบต่างๆดังนี้

- จำนวนและน้ำหนักเพลาทั้งหมดที่คาดการณ์ไว้ในช่วงเวลาที่ออกแบบ (18,000 lb.)
- ความแข็งแรงของดินคันทาง (CBR)
- ความแข็งแรงสัมพัทธ์ของชั้นทาง หรือ Substitution Ratio
- สภาพแวดล้อมของภูมิประเทศ

จะเห็นว่ามีความเปลี่ยนแปลงระหว่าง Design Chart ทั้งสอง กล่าวคือในปี ค.ศ. 1962 จะใช้น้ำหนักล้อ (Wheel load) เป็น input parameter ในขณะที่ปี ค.ศ. 1963 จะใช้จำนวนเที่ยวของน้ำหนักเพลามาตรฐานหรือ Number of 18,000 lb. Equivalent Axle Load Repetitions เป็นตัวแทนของปริมาณการจราจร และน้ำหนักรถทั้งหมดที่คาดว่าจะผ่านถนนในช่วงอายุของการออกแบบ

ค่า Axle Load ของรถที่จะผ่านถนนทั้งหมดจะถูกแปลงมาเป็นค่า 18,000 lb. Standard Axle โดยอาศัยค่า load equivalent factor ซึ่งได้จากงานวิจัย AASHO Road Test ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยกตัวอย่างเช่น Load equivalent factor ของรถที่มีน้ำหนักเพลาหนัก 18,000 lb.จะมีค่าเท่ากับ 1 ในขณะที่รถที่มีน้ำหนักเพลา 36,000 lb. จะมีค่าเท่ากับ 15 ซึ่งหมายความว่าถ้ารถที่มีน้ำหนักเพลา 36,000 lb. แล่นผ่านถนน 1 ครั้งจะทำให้ถนนเสียเท่าเทียมกับรถที่มีน้ำหนักเพลา 18,000 lb. ผ่าน 15 ครั้งเป็นต้น

จาก Number of 18,000 lb. Standard Equivalent Axle Load Repetition ที่ได้นี้ The Asphalt Institute ได้แปลงค่าดังกล่าวออกมาเป็น Design parameter ที่เรียกว่า Design Traffic Number (DTN) เพื่อใช้ในการออกแบบความหนาของชั้นทางต่อไป การหาค่า DTN จะทำการคำนวณในลักษณะเดียวกับ การทำลายผิวทาง (Damage effect) ที่ได้กล่าวไว้ในตอนต้น แสดงได้สมการที่ 2.10

Design Traffic Number (DTN) = W_{18} / 7300 (2.10)

เมื่อ W_{18} = Number of 18,000 lb. Single equivalent axle load

7300 = (365 days) x (20 years)

(3) 1970 Design Chart คู่มือการออกแบบความหนาที่พิมพ์ครั้งที่ 8 ในปี 1970 ได้พัฒนามาจากคู่มือการออกแบบความหนาที่พิมพ์ครั้งที่ 7 (1963) ไปเป็น Nomograph โดยความสัมพันธ์ต่างๆ ยังคงเหมือนเดิม นอกจากนี้ทาง The Asphalt Institute ยังได้กำหนดความหนาต่ำสุดของ asphalt concrete ตามค่า DTN ต่างๆ นอกจากนี้วิธีออกแบบตาม1970 Design Chart ได้เพิ่ม input parameter ตัวหนึ่งคือ Initial Traffic Number (ITN) เข้าไปใน Nomograph เพื่อการออกแบบ ค่า ITN จะคล้ายกับ DTN แต่จะคิดเมื่อถนนเปิดการจราจรในช่วงปีแรก ในส่วนที่เกี่ยวกับ Base course จะยอมให้ใช้ Asphalt base ชนิดอื่นๆ นอกเหนือจาก Asphaltic concrete อีกทั้งยอมให้ใช้ untreated granular base ด้วย (แต่เดิมใน 1963 Design Chart จะให้ใช้ Asphaltic concrete base อย่างเดียว) พร้อมทั้งยังได้กำหนดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็น granular base และ granular subbase จะทำให้สามารถเลือกออกแบบความหนาของชั้นทางโดยเลือกใช้วัสดุท้องถิ่นอื่นๆได้มากกว่าเดิม

ในปัจจุบันกรมทางหลวงได้ยึดเอาวิธีการออกแบบของ The Asphalt Institute ตามคู่มือการออกแบบที่ได้จัดพิมพ์ขึ้นในครั้งที่ 8 เมื่อปี 1970

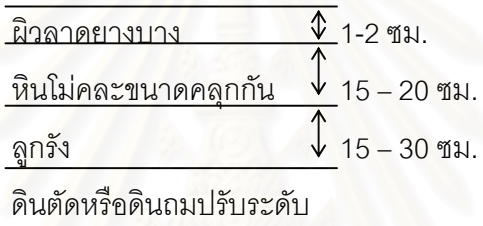
(4) ในปี ค.ศ. 1981 The Asphalt Institute ได้จัดพิมพ์คู่มือการออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางฉบับพิมพ์ ครั้งที่ 9 เรื่อง Thickness Design of Asphalt Pavement for Highway and Street (MS-1) ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณการจราจรในช่วงอายุใช้งานของถนนนจะพิจารณาในเทอมของ Equivalent Axle Load Repetitions ของน้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน 18,000 ปอนด์ การแปลงค่าน้ำหนักรถบรรทุกขนาดต่างๆให้เป็นค่าในเทอมของน้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐานจะใช้ค่า Truck Factor สำหรับคุณสมบัติของวัสดุชั้นทางแต่ละชั้นจะใช้ค่า California Bearing Ratio (CBR) หรือค่า Resilient Modulus (Mr) นำค่าจำนวนเที่ยวและคุณสมบัติที่ได้ไปหาความหนาของผิวทางแอสฟัลท์ นอกจากนี้แล้วยังให้ความสำคัญกับอุณหภูมิซึ่งเป็นสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อพฤติกรรมของผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต เป็นผลทำให้ความสามารถในการรับจำนวนเที่ยวของปริมาณการจราจรเปลี่ยนแปลงไป

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการออกแบบ และ Design Chart ตาม The Asphalt Institute ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 9

2.1.5.2 ลักษณะโครงสร้างของถนนลาดยางในประเทศไทย

โครงสร้างของถนนลาดยางในประเทศไทยนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรซึ่งจะแบ่งได้ดังนี้

(1) ปริมาณการจราจรน้อยผิวทางลาดยางราคาถูก (Double Surface Treatment) จะมีรูปหน้าตัดดังนี้



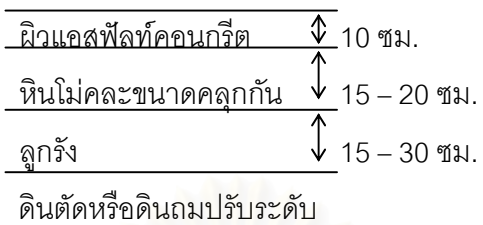
รูปที่ 2.1 หน้าตัดถนนแบบผิวลาดยางราคาถูก

(2) ปริมาณการจราจรสูงผิวแอสฟัลท์คอนกรีตจะมีรูปหน้าตัดดังนี้

รูปที่ 2.2 หน้าตัดถนนผิวแอสฟัลท์คอนกรีต (ปริมาณการจราจรสูง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(3) ปริมาณการจราจรสูงมากผิวแอสฟัลท์คอนกรีตจะมีรูปหน้าตัดดังนี้



รูปที่ 2.3 หน้าตัดถนนผิวแอสฟัลท์คอนกรีต (ปริมาณการจราจรสูงมาก)

2.1.6 การกำหนดน้ำหนักบรรทุกในประเทศไทย

ปัจจุบันได้มีการประกาศใช้ พระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ. 2535 มาตราที่ 61 บัญญัติว่า “เพื่อรักษาทางหลวงผู้อำนวยการทางหลวงมีอำนาจประกาศห้ามใช้ยานพาหนะบนทางหลวง โดยที่ยานพาหนะนั้นมีน้ำหนัก น้ำหนักบรรทุก หรือน้ำหนักลงเพลาเกินกว่าที่ได้กำหนด“ และอธิบดีกรมทางหลวงในฐานะผู้อำนวยการทางหลวงพิเศษ ผู้อำนวยการทางหลวงแผ่นดิน และผู้อำนวยการทางหลวงสัมปทาน ได้ออกประกาศ ลงวันที่ 1 กันยายน 2535 อาศัยมาตราที่ 61 ในการกำหนดน้ำหนักให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

1. ยานพาหนะที่มี 2 เพลา 4 ล้อ ชนิดเพลาที่ 2 ใช้ยางเดี่ยว ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 2 ไม่เกิน 6,800 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 8,500 กิโลกรัม

2. ยานพาหนะที่มี 2 เพลา 6 ล้อ ชนิดเพลาที่ 2 ใช้ยางคู่

ก. ยานพาหนะประเภทที่ใช้สำหรับขนส่งคนโดยสาร ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 2 ไม่เกิน 9,100 กิโลกรัม

ข. ยานพาหนะชนิดอื่นๆ ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 2 ไม่เกิน 9,100 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 12,000 กิโลกรัม

3. ยานพาหนะที่มี 3 เพลา 6 ล้อ ชนิดเพลาที่ 2 และเพลาที่ 3 เป็นเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางเดี่ยว ต้องมีน้ำหนักลงเพลาไม่เกินเพลาละ 6,100 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน15,300 กิโลกรัม

4. ยานพาหนะที่มี 3 เพลา 6 ล้อ ชนิดเพลาที่ 2 และเพลาที่ 3 เป็นเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางคู่ต้องมีน้ำหนักลงเพลาไม่เกินเพลาละ 8,200 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 21,000 กิโลกรัม

5. ยานพาหนะที่มี 3 เพลา 6 ล้อ ชนิดเพลาที่ 1 และเพลาที่ 2 เป็นเพลาหน้าใช้ยางเดี่ยวและเพลาที่ 3 ใช้ยางเดี่ยว ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 3 ไม่เกิน 6,800 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 10,500 กิโลกรัม

6. ยานพาหนะที่มี 3 เพลา 6 ล้อ ชนิดเพลาที่ 1 และเพลาที่ 2 เป็นเพลาหน้าใช้ยางเดี่ยวและเพลาที่ 3 ใช้ยางคู่ ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 3 ไม่เกิน 9,100 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 14,000 กิโลกรัม

7. ยานพาหนะที่มี 4 เพลา 8 ล้อ ชนิดเพลาที่ 1 และเพลาที่ 2 เป็นเพลาหน้าใช้ยางเดี่ยวและชนิดเพลาที่ 3 และเพลาที่ 4 เป็นเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางเดี่ยว ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 3 และ 4 ไม่เกินเพลาละ 6,100 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 18,800 กิโลกรัม

8. ยานพาหนะที่มี 4 เพลา 8 ล้อ ชนิดเพลาที่ 1 และเพลาที่ 2 เป็นเพลาหน้าใช้ยางเดี่ยวและชนิดเพลาที่ 3 และเพลาที่ 4 เป็นเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางคู่ ต้องมีน้ำหนักลงเพลาที่ 3 และ 4 ไม่เกินเพลาละ 8,200 กิโลกรัม หรือน้ำหนักยานพาหนะรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกิน 25,200 กิโลกรัม

9. ยานพาหนะชนิดรถลากจูงและรถกึ่งพ่วง (Semi – Trailer)

ก. ตัวรถลากจูงต้องมีน้ำหนักลงเพลาหรือน้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินที่กำหนดไว้สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภทในข้อ1 ข้อ 2 ข้อ3 ข้อ4 ข้อ5 ข้อ6 ข้อ7 และข้อ8

ข. ตัวรถกึ่งพ่วงชนิดไม่เกิน 2 เพลาต้องมีน้ำหนักลงเพลาดังนี้

(1) ชนิดเพลาเดี่ยว ใช้ยางเดี่ยว น้ำหนักลงเพลาไม่เกิน 6,800 กิโลกรัม

(2) ชนิดเพลาเดี่ยว ใช้ยางคู่ หรือยางเกินกว่าคู่ น้ำหนักลงเพลาไม่เกิน 9,100 กิโลกรัม

(3) ชนิดเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางเดี่ยว น้ำหนักลงเพลาไม่เกินเพลาละ 6,100 กิโลกรัม

(4) ชนิดเพลาคู่ (Tandem Axle) ใช้ยางคู่ หรือยางเกินกว่าคู่น้ำหนักลงเพลาไม่เกินเพลาละ 8,200 กิโลกรัม

10. ยานพาหนะชนิดรถลากจูงและรถพ่วง (Full Trailer)

ก. ตัวรถลากจูงต้องมีน้ำหนักลงเพลาหรือน้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุกไม่เกินที่กำหนดไว้สำหรับยานพาหนะแต่ละประเภทในข้อ1 ข้อ 2 ข้อ3 ข้อ4 ข้อ5 ข้อ6 ข้อ7 และข้อ8

ข. ตัวรถกึ่งพ่วงชนิดไม่เกิน 2 เพลาต้องมีน้ำหนักลงเพลาดังนี้

(1) ชนิดเพลาเดี่ยว ใช้ยางเดี่ยว น้ำหนักลงเพลาไม่เกิน 6,800 กิโลกรัม

(2) ชนิดเพลาเดี่ยว ใช้ยางคู่ หรือยางเกินกว่าคู่ น้ำหนักลงเพลาไม่เกิน 9,100 กิโลกรัม และระยะระหว่างศูนย์กลางเพลาหน้ากับศูนย์กลางเพลาหลังต้องไม่น้อยกว่า 4.30 เมตร ยานพาหนะชนิดรถลากจูงและรถพ่วง (Full Trailer) นี้ประกอบด้วยรถลากจูง 1 คัน และตัวรถพ่วง 1 คันเท่านั้น จะพ่วงยานพาหนะอื่นใดอีกไม่ได้

2.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

2.2.1 ผลงานวิจัยที่ผ่านมาภายในประเทศ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมามีผู้ให้ความสนใจและทำการศึกษาผลกระทบต่อถนนเนื่องจากน้ำหนักรถบรรทุกมากขึ้น เพราะถนนเป็นปัจจัยสำคัญในการเดินทางหรือขนส่งสินค้า แต่มักพบว่าเกิดการชำรุด ทรุดโทรม และเสียหายอย่างหนัก ต้องมีการบูรณะทางอยู่บ่อยๆ และจะเห็นได้ชัดว่าเส้นทางขนส่งที่มีรถบรรทุกประจำทางผ่านมากๆ จะเกิดความเสียหายมากกว่าเส้นทางอื่นที่มีรถบรรทุกผ่านน้อย จึงมีการศึกษาเพื่อให้ทราบว่าน้ำหนักบรรทุกมีผลต่อถนนมากน้อยเพียงใด อีกทั้งมีความต้องการจากหลายฝ่ายโดยเฉพาะผู้ประกอบการขนส่งให้มีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกอยู่เรื่อยมา ทำให้ทางรัฐบาลต้องทำการพิจารณาว่าจะเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกหรือไม่

ในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการจัดกลุ่มรวมตัวของผู้ขับรถบรรทุกที่จังหวัดนครราชสีมา โดยมีนักการเมืองออกมาสนับสนุนและเรียกร้องให้ทางราชการอนุญาติ ให้รถบรรทุก 10 ล้อสามารถใช้ทางหลวงได้โดยมีน้ำหนักรวม 28 ตัน โดยให้เหตุผลว่าได้มีการปล่อยให้รถบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดตามที่กฎหมายมาช้านานแล้วจึงเห็นควรพบกันครึ่งทางคือลดน้ำหนักบรรทุกลงมา และเพิ่มน้ำหนักรวมที่กฎหมายปัจจุบันกำหนดให้สูงขึ้น จากเหตุการณ์ดังกล่าวได้มีข้อวิพากษ์วิจารณ์กันมากมาย โดยประชาชนส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วย

นายมนัส คอวนิช (2516) ได้ศึกษาปัญหาที่เกิดจากรถบรรทุกหนัก เสนอเป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลต่อวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักรในปีการศึกษา 2516 ได้ชี้ให้เห็นว่ามีรถบรรทุกหนักเกินพิกัดที่ตรวจสอบโดยด่านชั่งน้ำหนักของกรมทางหลวงในสมัยนั้น มีปริมาณโดยเฉลี่ยประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของรถบรรทุกหนักโดยทั่วไป และบางสาย (มีนบุรี – ฉะเชิงเทรา) มีรถบรรทุกหนักเกินพิกัดถึง 23 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักรวมของรถบรรทุกที่ละเมิดกฎที่ตรวจจับได้ สูงถึง 30 ตัน ซึ่งผู้อำนวยการทางหลวงขณะนั้นได้ออกประกาศกำหนดน้ำหนักรวมของรถบรรทุก 10 ล้อเพียง 18 ตันเท่านั้น และจากการศึกษาพบว่าอายุบริการ (Service life) ของทางหลวงได้หดสั้นลงโดยเฉลี่ยประมาณ 2.5 ปี เกิดผลเสียหายทางเศรษฐกิจอันเนื่องจากต้องลงทุนบูรณะก่อนกำหนด (เป็นดอกเบี้ยที่ต้องกู้เงิน) ค่าบำรุงทางที่เพิ่มขึ้น และค่าเสื่อมราคาของรถบรรทุก เป็นเงินปีละประมาณ 680 ล้านบาท ซึ่งในขณะนั้นกรมทางหลวงมีทางที่เปิดการจราจรแล้วเพียงประมาณ 18,000 กิโลเมตร โดยเป็นผิวทางแอสฟัลต์ประมาณ 13,000 กิโลเมตร

นายอำพล วรรณะวัลย์ (2521) ได้เสนอวิทยานิพนธ์ในการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรื่อง “ผลจากการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่ากำหนดของรถยนต์บรรทุกหนักต่ออายุการใช้งานของถนนชนิดเฟล็กซิเบิล (Effect of Overloading of Heavy Truck on The Design Life of Flexible Pavement)“ โดยเลือกทางหลวงหมายเลข 1 ตอนดอนเมือง – สระบุรี รวมระยะทางยาวประมาณ 83 กิโลเมตร มาทำการวิเคราะห์และวิจัย โดยอาศัยวิธีการออกแบบโครงสร้างทางของ The Asphalt Institute เป็นหลักในการศึกษาพบว่า การใช้งานของทางซึ่งได้ออกแบบไว้ 15 ปี ผลของการวิเคราะห์ปรากฏว่ามีอายุการใช้งานจริงโดยเฉลี่ยเพียง 9 ปีเท่านั้น หรืออายุการใช้งานหดสั้นลงถึง 6 ปี ซึ่งรัฐจะต้องเสริมผิวแอสฟัลต์หนากว่าที่ได้คาดไว้เพื่อที่จะทำให้ทางมีอายุการใช้งานเป็น 15 ปี ตามที่ได้ออกแบบกำหนดไว้ โดยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 24 ล้านบาท

ดร.ธีรชาติ รื่นไกรฤกษ์ (2533) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบโครงสร้างถนนลาดยางสำหรับถนนที่มีรถบรรทุกหนักเกินพิกัดผ่านมากเป็นประจำ“ พบว่าสำหรับถนนที่มีปริมาณการจราจรสูงมากและมีรถบรรทุกหนักเกินพิกัดผ่านมาก ควรออกแบบถนนลาดยางที่มีชั้นพื้นทางและรองพื้นทางเป็นวัสดุผสมปูนซีเมนต์ จะสามารถต้านทานรถบรรทุกหนักเกินพิกัด และรับปริมาณการจราจรได้มากกว่าถนนที่มีชั้นพื้นทางและรองพื้นทางเป็นวัสดุมวลรวมปกติ ซึ่งถนนที่ออกแบบตามปกตินี้จะมีรอยร่องล้อเกิดขึ้นภายหลังถนนเปิดใช้งานไปได้ไม่นานนัก นอกจากนี้ถนนลาดยางที่มีชั้นพื้นทางและ

รองพื้นทางเป็นวัสดุผสมซีเมนต์ยังสามารถจะทำการฉาบผิว และเสริมผิวได้ง่ายกว่าถนนที่พื้นทางและรองพื้นทางเป็นวัสดุมวลรวม

ดร.ธีรชาติ รื่นไกรฤกษ์ (2540) ทำการศึกษาเรื่อง “ผลกระทบของรถบรรทุกเกินพิกัดที่มีต่อโครงสร้างถนนและสะพาน“ กล่าวว่าการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกในต่างประเทศจะให้ความสำคัญแก่น้ำหนักลงเพลามากเป็นพิเศษ โดยน้ำหนักสูงสุดของรถบรรทุกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างเพลา ที่เป็นเช่นนี้เพราะน้ำหนักเพลาจะมีผลทางด้านการทำลายถนนโดยตรง การกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกโดยทั่วๆ ไปจะต้องกำหนดน้ำหนักลงเพลาควบคู่กันไปด้วย

สำหรับประเทศแถบทะเลทรายที่มีอากาศร้อนและมีฝนตกน้อยมากสามารถกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกสูงสุดและน้ำหนักเพลาให้สูงกว่าเกณฑ์ปกติได้ ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณฝนที่น้อยจะไม่ทำให้กำลังของโครงสร้างถนนอ่อนแอลง ส่วนประเทศที่มีลักษณะเป็นเกาะหินแข็งมักจะมีดินฐานรากที่แข็งแรงทำให้โครงสร้างส่วนบนของถนนแข็งแรงตามไปด้วย ประเทศเหล่านี้สามารถกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกสูงสุดและน้ำหนักเพลาให้สูงกว่าเกณฑ์ปกติได้

ประเทศที่พัฒนาแล้วในทวีปยุโรป และประเทศอุตสาหกรรมมักจะกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกสูงสุด และน้ำหนักลงเพลาไว้ในเกณฑ์สูง เพื่อให้เหมาะแก่การขนส่งสินค้าอุตสาหกรรม ประเทศต่างๆ เหล่านี้มักจะมีปริมาณฝนตกต่ำกว่าประเทศทางแถบเอเชียมาก

ประเทศที่กำลังพัฒนาในแถบเอเชีย ประเทศเกษตรกรรม และประเทศในแถบมรสุมที่มีฝนตกชุกมีฤดูฝนที่ยาวนาน จะกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกสูงสุด และน้ำหนักลงเพลา ต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศอุตสาหกรรม อิทธิพลของฝนในปริมาณมากจะทำให้โครงสร้างถนนอ่อนแอลงการกำหนดน้ำหนักรถบรรทุกและน้ำหนักลงเพลาไว้สูงเกินไป ถนนจะเสียหายมากในฤดูฝน ในประเทศญี่ปุ่นรถบรรทุกที่มีน้ำหนักสูงสุดเกินกว่า 20ตัน แต่ไม่มากกว่า 34 ตัน จะผ่านไปมาบนถนนสาธารณะไม่ได้จะต้องผ่านระบบทางด่วนของประเทศซึ่งจะต้องจ่ายเงินค่าผ่านทาง

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาอายุการใช้งานของถนนสายดอนเมือง – สระบุรี ซึ่งเป็นถนนที่มีปริมาณรถบรรทุกหนักผ่านมากเป็นประจำมานานหลายสิบปี จากการวิเคราะห์อายุใช้งานของถนนพบว่าอายุใช้งานของถนนช่วงดอนเมือง- บางปะอินจะลดลง 7 ปี โดยอายุการออกแบบกำหนดไว้15 ปี

ตัวเลขดังกล่าวแสดงถึงการทำลายถนนอันเนื่องมาจากรถบรรทุกหนักในทางสายนี้ และได้สรุปไว้ว่า ถนนของกรมทางหลวงหากจะต้องเพิ่มน้ำหนักของรถบรรทุก 10 ล้อ จาก 21 ตัน เป็น 25 ตัน แล้ว จะต้องเพิ่มความหนา T_A (Full Depth Asphalt) อีก 5-12 ซ.ม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของรถหนักและ Subgrade CBR ของถนนนั้นๆ

ศ.ดร.วรศักดิ์ กนกนุกุลชัย (2540) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้ทำการศึกษาเรื่อง "ผลกระทบและมาตรการใช้บังคับรถยนต์บรรทุกน้ำหนักเกินอัตราบนทางหลวง" สรุปได้ว่าถนนที่มีการจราจรสูงและมีรถบรรทุกหนักผ่านมาก จะกำหนดให้ถนนได้รับการออกแบบให้มีความแข็งแรงเพียงพอ เพื่อรับปริมาณจราจรเทียบเท่ากับ จำนวนเพลาปกติ (8.2 ตันสำหรับประเทศไทย) ซึ่งต้องผ่านถนนนี้จำนวน 100-200 ล้านครั้ง (100-200 MSA – Million Single Equivalent Axles) โดยให้มีสภาพใช้งานได้โดยไม่ต้องซ่อมในเวลา 15-20 ปี (ในประเทศไทยเคยกำหนดให้ออกแบบอายุถนนไว้เพียง 7 ปีจนถึงปี พ.ศ. 2535 จึงกำหนดให้ขยายเป็น 10ปีสำหรับถนนทั่วไป และ 15-20 ปีสำหรับถนนสายหลักที่มีปริมาณการจราจรสูงหรือมีปริมาณรถบรรทุกหนักจำนวนมาก)

การขนส่งสินค้าในประเทศไทย ประมาณร้อยละ 90 กระทำโดยรถบรรทุก ได้มีการสำรวจถึงปริมาณรถบรรทุกหนักบนถนนสายหลักต่างๆ ที่มุ่งหน้าเข้ากรุงเทพมหานคร ผลการสำรวจพบว่ารถบรรทุกหนักที่ผ่านไปมาบนเส้นทางสายต่างๆ เหล่านี้ที่สำคัญได้แก่รถบรรทุกสินค้า รถบรรทุกพืชไร่และผลิตผลทางการเกษตร และรถบรรทุกวัสดุก่อสร้าง ส่วนใหญ่จะเป็นรถบรรทุกสิบล้อ

จากสถิติปี พ.ศ. 2533 ปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ยวันละ 65,202 คัน ที่วิ่งในถนนสายหลักเข้าและออกจากกรุงเทพมหานคร พบว่า เป็นรถบรรทุกมากถึง 29,241 คัน คิดเป็นร้อยละ 44 ถ้าคิดรวมรถทุกชนิดทั้งรถยนต์ส่วนบุคคลแล้วทอนน้ำหนักรถให้เป็นจำนวนเพลามาตรฐานที่ผ่านถนนในแต่ละวัน ส่วนแบ่งของรถบรรทุกสิบล้อจะมีประมาณร้อยละ 40 ดังนั้นถ้าให้รถสิบล้อทุกคันบรรทุก 28 ตัน วิ่งตลอดอายุถนนจะทำให้จำนวนเพลามาตรฐานที่ผ่านถนนจะมีจำนวนเกินกว่าที่ออกแบบไว้เท่ากับ 215 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อายุถนนออกแบบไว้เดิม 7 ปี จะสั้นลงเหลือเพียง 3.26 ปี เท่านั้น หรือถ้าถนนสายหลักที่ออกแบบไว้ด้วยอายุการใช้งาน 15 ปี ก็จะใช้ได้จริงเพียงประมาณ 7 ปี

จากการศึกษาโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนทางหลวงทั่วประเทศในปี (2542) ได้ทำการเก็บข้อมูลรถบรรทุก ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จำนวน 15 ตำแหน่งทั่วประเทศ โดยชั่งน้ำหนัก

รถบรรทุกที่มีน้ำหนักรวมตั้งแต่ 10 ตัน ได้แก่ รถบรรทุก 6 ล้อ 10 ล้อ รถพ่วง 18 ล้อ และรถกึ่งพ่วง 18 ล้อ โดยใช้อุปกรณ์ชั่งน้ำหนักประเภทเคลื่อนที่ได้ (Intercomp แบบ LP / PT-20) จากการศึกษาพบว่า รถบรรทุก 6 ล้อ 10 ล้อ 18 ล้อพ่วง และ 18 ล้อกึ่งพ่วงมีจำนวนรถที่มีน้ำหนักรวมเกินมาตรฐาน 5, 32, 37 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สินค้าที่มีการบรรทุกมากได้แก่ กลุ่ม หินดินทราย ซีเมนต์ และผลิตภัณฑ์ ไม้ และเครื่องดื่ม จะมีน้ำหนักเพลาที่ 2 ถึงเพลาที่ 5 เกินน้ำหนักมาตรฐาน 8,200 กิโลกรัม ทั้งสิ้น

จากมาตรการของรัฐเมื่อมีการบรรทุกน้ำหนักในพิกัดจะส่งผลให้ความเสียหายของถนนลดลง และส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาทางหลวงลดลงนอกจากนี้ยังช่วยลดความเสียหายของรถบรรทุกเองโดยอายุการใช้งานของเครื่องยนต์ยาวนานขึ้น ค่าการเสื่อมราคาต่อปีลดลง เป็นผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ จากการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาทางทุกประเภทเฉลี่ยประมาณ 130,000 บาทต่อกิโลเมตร สำหรับเส้นทางที่มีรถบรรทุกจำนวนมากผ่าน จะเสียค่าใช้จ่าย 200,000 บาทต่อกิโลเมตร ส่วนเส้นทางที่มีรถบรรทุกปกติถึงน้อยจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 130,000 บาทต่อกิโลเมตร หากทำการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุกในเส้นทางสายหลักจะประหยัดค่าใช้จ่าย 200,000 – 130,000 = 70,000 บาทต่อกิโลเมตร หากเส้นทางที่รถบรรทุกใช้งานเป็นจำนวนมากรวม 11,800 กิโลเมตร ดังนั้นจะประหยัดค่าใช้จ่ายต่อปีในการบำรุงรักษาทางได้ 11,800 x 70,000 = 826ล้านบาท (คิดมูลค่าเงินปีฐาน พ.ศ. 2539)

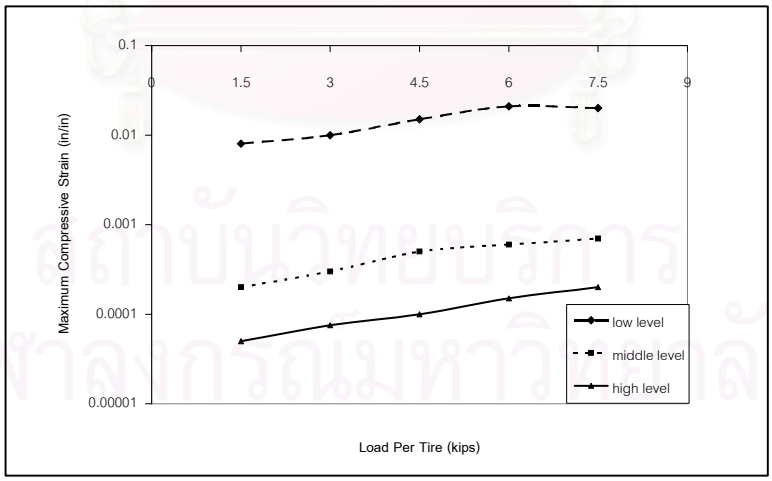
ในส่วนของการศึกษาการเพิ่มของจำนวนรถบรรทุก จากปริมาณรถบรรทุก จดทะเบียนในประเทศในปี พ.ศ. 2535 ถึงปี พ.ศ. 2539 พบว่าอัตราการเพิ่มของรถบรรทุกอยู่ในภาวะเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตของประเทศประมาณร้อยละ 8 ต่อปี ดังนั้นการประมาณอัตราการเพิ่มของรถบรรทุกจึงทำได้โดยพิจารณาสภาพการณ์ด้านการตลาดของรถบรรทุกควบคู่ไปกับอัตราการเพิ่มของการพัฒนาประเทศ ส่วนการศึกษาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของรถบรรทุก 6 ล้อ พบว่า จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ถึงแม้ว่าแนวโน้มการเพิ่มของรถ 10 ล้อจะลดลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของรถกึ่งพ่วงนั่นเอง

ในการศึกษาเกี่ยวกับอายุการใช้งานของถนนในโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนทางหลวงนั้นได้ทำการแบ่งถนนเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นถนนที่ก่อสร้างก่อนปี 2535 ออกแบบให้มีอายุการใช้งาน 7 ปี กลุ่มที่ 2 ก่อสร้างหลังปี 2535 มีอายุการใช้งาน 15 ปี และอาศัยกฎกำลังสี่ในการวิเคราะห์อายุการใช้งานที่หดสั้นลง เมื่อน้ำหนักบรรทุกรวมเพิ่มจาก 21 ตัน เป็น 22.21 ตัน พบว่ากลุ่มถนนที่ออกแบบอายุใช้งาน 7 ปี จะอายุสั้นลง 1.91 ปี กลุ่มถนนที่ออกแบบถนนอายุใช้งาน 15 ปีจะอายุสั้นลง

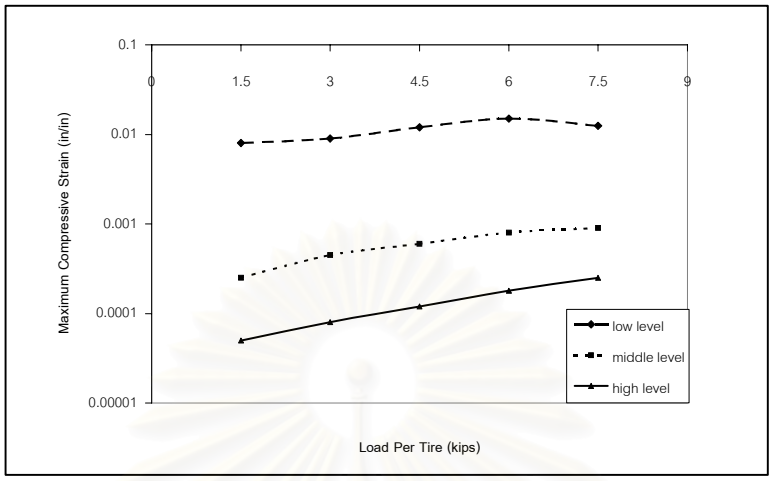
4.10 ปี จากอายุที่สั้นลงทำให้ต้องเสริมผิวแอสฟัลต์เร็วกว่ากำหนดทำให้เสียผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และไม่สามารถนำเงินไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นได้อีกด้วย

2.2.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมาในต่างประเทศ

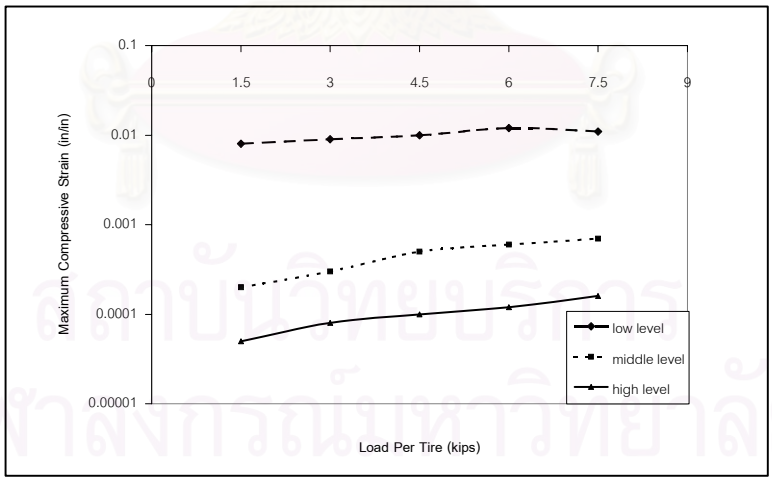
ในต่างประเทศก็มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของน้ำหนักรถบรรทุกเช่นกัน Emmanuel G. Fernando , David R. Luhr , and Hari N. Saxena (1987) ได้มีการศึกษาน้ำหนักลงเพลาและชนิดของเพลาในรัฐเพนซิลวาเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการทดสอบเพลาเดี่ยว เพลาคู่ และเพลาสาม ที่น้ำหนักต่างๆกันลงบนโครงสร้างผิวทางที่ประกอบด้วยชั้นผิวทาง รองพื้นทาง และ ดินคันทาง ซึ่งเป็นตัวแทนของถนนในรัฐเพนซิลวาเนียที่มีปริมาณการจราจรไม่มาก โดยโครงสร้างผิวทางยังแบ่งเป็น 3 ระดับ low, middle และ high level สำหรับคุณสมบัติ ของผิวทางเช่น ค่าโมดูลัส ค่าความหนาของแต่ละชั้น จากการศึกษาพบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในแต่ละชนิดของเพลาจะส่งผลให้ค่าความเครียด (strain) ที่เกิดขึ้นที่ผิวของชั้นดินคันทางมีค่าเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังบอกได้ว่าเพลาแต่ละชนิดเมื่อน้ำหนักลงเพลาเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลกระทบต่อผิวทางในลักษณเดียวกันดังรูปที่ 2.4,2.5 และ 2.6



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อน้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาเดี่ยว (ที่มา : Emmanuel G. Fernando , David R. Luhr , and Hari N. Saxena (1987))



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อน้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาคู่ (ที่มา : Emmanuel G. Fernando , David R. Luhr , and Hari N. Saxena (1987))



รูปที่ 2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดสูงสุดที่เกิดที่ผิวของชั้นดินคันทางต่อน้ำหนักลงล้อสำหรับชนิดเพลาสาม (ที่มา : Emmanuel G. Fernando , David R. Luhr , and Hari N. Saxena (1987))

Ricardo T. Barros (1985) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความเสียหายทางกายภาพของผิวทางอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากรถบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดในรัฐนิวเจอร์ซี ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยอาศัยหลักการ 18-kip Equivalent Single Axle Load (ESAL) ของ AASHTO ซึ่งเป็น parameter ที่บอกจำนวนเที่ยวของเพลามาตรฐาน 18,000 ปอนด์ ซึ่งวิ่งผ่านบนถนนนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น น้ำหนักเพลาคู่ 28-kip ที่วิ่งบนผิวทางแบบแข็ง จะเกิดความเสียหายเพียง 85 เปอร์เซ็นต์ ของความเสียหายที่เกิดจากเพลาเดี่ยว 18-kip ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า เพลาคู่ 28-kip มีค่า 0.85 EAL จากการศึกษาพบว่าความเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจากรถบรรทุกวิ่งผ่านผิวทางจำนวน 38,146 EALs นั้นจะทำให้อายุการใช้งานของถนนลดลงไป 7.63 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าทำการบรรทุกให้เป็นไปตามพิกัดจะพบว่าต้องเพิ่มรถบรรทุก 1,130 คัน เพื่อให้ปริมาณสินค้าเท่าเดิม และจะทำให้อายุการใช้งานของถนนหดสั้นลง 6.17 เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างของการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก คืออายุการใช้งานของถนนจะหดสั้นลงต่างกัน 1.46 เปอร์เซ็นต์ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 Annual Pavement Serviceability Consumed by Known Overweight Trucks and by a Hypothetical Fleet of Legalized Trucks

Fleet	Trucks in Fleet	Gross Fleet Weight (kips)	Modeled 18-kip EAL	Modeled 18-kip EAL as a Percentage of Design
Actual	9,060	576,030	38,146	7.63
Legalized	10,190	607,560	30,869	6.17
difference	+1,130	+31530	-7,277	-1.46

ที่มา : Ricardo T. Barros (1985)

Richard E. Backlund and James E. Grurer (1990) กล่าวว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของผิวทางได้แก่ อายุ สภาพแวดล้อม น้ำหนัก การระบายน้ำ การออกแบบ และคุณภาพในการก่อสร้าง แต่ที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกจะได้แก่ น้ำหนักรถบรรทุกเป็นสำคัญ ผลกระทบจากชนิดของรถบรรทุกที่มีต่อผิวทางจะต่างกันเมื่อชนิดของรถบรรทุกต่างกันขึ้นอยู่กับน้ำหนักและจำนวนเพลา จากตารางที่ 2.3 แสดงค่า ESALs ที่ใช้ในการขนส่งสินค้า 1000 ตัน โดยมีรถบรรทุก 5 ชนิดผ่านผิวทางแบบยืดหยุ่น จะเห็นว่ารถบรรทุกชนิด 3S2 เกิด 134 ESALs ชนิด 2S1-2 เกิด 175 ESALs เพิ่มขึ้นถึง 30 เปอร์เซ็นต์ ที่น้ำหนักบรรทุกที่เท่ากัน ในขณะที่ชนิด 3S2-2 บรรทุกที่น้ำหนัก 112,000 ปอนด์ มีค่า 144 ESALs โดย Francis Turner เสนอรถบรรทุกชนิด double - bottom truck

ที่มีน้ำหนักบรรทุกรวม 100,000 ปอนด์และเป็นชนิดเพลาคู่จากการเพิ่มจำนวนเพลาเป็น 4 คู่เทียบกับชนิด 2S1-2 จะบรรทุกได้มากขึ้น 20,000 ปอนด์ แต่ลดจำนวน ESALs ต่อ 1,000ตัน ได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า 144 ESALs ต่อคันน้อยสุดคือ 1.23 และใช้จำนวนเพียง 40 ESALs ต่อ 1,000 ตัน

ตารางที่ 2.3 Selected combination truck loadings

TWINS	WEIGHT (x 10^3 lb)	ESALs	ESALs PER 1000 Tons OF CARGO
SHORT (3S2-4) – similar to TURNER	100	1.23	40
TURNPIKE (3S2-4)	131	3.44	80
ROCKY MOUNTAIN (3S2-2)	112	5.05	144
WESTERN (2S1-2)	80	4.03	175
CONVENTIONAL (3S2)	80	3.21	134

ที่มา : Richard E. Backlund and James E. Grurer (1990)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษา

ในการศึกษาผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทางเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก ต้องอาศัยข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับถนน
2. ข้อมูลปริมาณการจราจร
3. ข้อมูลรถบรรทุก

3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับถนน

ในการศึกษาจะทำการกำหนดโครงข่ายทางหลวง แล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลประวัติการบูรณะ การก่อสร้างทางหลวงและลักษณะทางกายภาพของแต่ละเส้นทาง มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 โครงข่ายทางหลวงที่ศึกษา

โครงข่ายทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบันอยู่ในความรับผิดชอบของหลายหน่วยงาน เช่น กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ สำนักเร่งรัดพัฒนาชนบท (รพช.) เทศบาลและหน่วยงานอื่น ๆ ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการพิจารณาถึงผลกระทบในภาพรวมของประเทศ และเนื่องจากถนนในประเทศส่วนใหญ่เป็นถนนผิวทางแอสฟัลท์ ดังนั้นการคัดเลือกโครงข่ายทางหลวงจะทำการพิจารณาเฉพาะโครงข่ายทางหลวงผิวทางแอสฟัลท์ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงเฉพาะเส้นทางสำคัญที่เชื่อมต่อระหว่างภูมิภาคและจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ มีเขตทางและความกว้างของช่องทางจราจรเหมาะสมกับรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ผิวทางได้รับการดูแลและบำรุงรักษาในระดับที่ดี และมีปริมาณการจราจรรถบรรทุกรายวันเฉลี่ยค่อนข้างสูง โครงข่ายทางหลวงของกรมทางหลวงที่ใช้ในการพิจารณาประกอบด้วย

1. ทางหลวงที่มีหมายเลขเดียว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินสายประธานเชื่อมการจราจรระหว่างภาคต่อภาค ในปัจจุบันมีอยู่ 4 สาย คือ

ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) จาก กรุงเทพฯ ถึง เชียงราย
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ) จาก สระบุรี ถึง หนองคาย
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) จาก กรุงเทพ ถึง ตราด
ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) จาก กรุงเทพ ถึง สงขลา

2. ทางหลวงที่มีหมายเลขสองตัว หมายถึง ทางหลวงแผ่นดินสายประธานตามภาคต่างๆ เช่น ทางหลวงแผ่นดินสายประธาน หมายเลข 22 เป็นทางหลวงแผ่นดินสายประธานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สายอุดรธานี นครพนม เป็นต้น

3. ทางหลวงหมายเลขสามตัว หมายถึงทางหลวงแผ่นดินสายรอง เช่น ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 202 เป็นทางหลวงแผ่นดินสายรองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สายชัยภูมิ เขมราฐ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 314 เป็นทางหลวงแผ่นดิน สายรองในภาคกลางสายบางปะกง ฉะเชิงเทรา เป็นต้น

3.1.2 ประวัติการบูรณะ ก่อสร้างทางหลวง

ข้อมูลประวัติการบูรณะทางหลวงและการก่อสร้างทางหลวงได้จากแผนงานก่อสร้างบูรณะทางหลวง ประจำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (2535-2539) และฉบับที่ 8 (2540-2544) จากกองวางแผน กรมทางหลวง และประวัติการซ่อมบำรุงทางของกองบำรุง กรมทางหลวง

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบถึงปีที่ทำการบำรุงหรือบูรณะครั้งล่าสุด และอายุการออกแบบของถนน เนื่องจากถนนที่ทำการก่อสร้างแล้วเสร็จและเปิดการจราจรก่อนปี พ.ศ. 2535 กำหนดใช้อายุบริการ 7 ปี ในการออกแบบโครงสร้างถนน และหลังจากปี พ.ศ 2535 กำหนดใช้อายุบริการ 15 ปี ในการออกแบบโครงสร้างถนนตามวิธีของ The Asphalt Institute

3.1.3 ลักษณะทางกายภาพของถนน

ลักษณะทางกายภาพของถนนได้แก่ จำนวนช่องจราจร ความยาวได้จากแผนการก่อสร้างทางหลวงประจำแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 และ 8

3.2 ข้อมูลปริมาณจราจร

ข้อมูลปริมาณการจราจรที่เกี่ยวข้องในการศึกษาได้แก่ ข้อมูลปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT) และข้อมูลอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic: ADT)

กรมทางหลวงได้ทำการสำรวจปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันบนทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัดซึ่งเป็นทางบำรุง โดยกำหนดให้มีสถานีนับปริมาณจราจร 2 ประเภท คือ สถานีหลัก และสถานีย่อย สถานีหลัก (Major Control Station) ทำการสำรวจบนทางหลวงแผ่นดิน ปีละ 4 งวดในเดือน มกราคม เมษายน กรกฎาคม และตุลาคม แต่ละงวดสำรวจ 17 วันๆละ 8 ชั่วโมง โดยเริ่มสำรวจตั้งแต่วันอาทิตย์แรกของเดือน และกำหนดช่วงเวลาในการสำรวจในวันอาทิตย์ วันพุธ และวันเสาร์ ครบ 24 ชั่วโมง (ระหว่าง 00.00 น. ถึง 24.00 น.) ส่วนวันจันทร์ วันอังคาร วันพฤหัสบดี และวันศุกร์ ครบ 16 ชั่วโมง (ระหว่าง 00.00 น. ถึง 16.00 น.) และนำผลการสำรวจในวันพุธมาขยายวันที่มีการสำรวจ 16 ชั่วโมงให้เป็น 24 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน เมื่อครบทั้ง 4 งวดแล้ว นำมาเฉลี่ยเป็นปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี (Average Annual Daily Traffic: AADT) ในการศึกษาจะอาศัยข้อมูลจากรายงานปริมาณการจราจรบนทางหลวงประจำปี พ.ศ. 2542 เป็นปีฐานในการศึกษา

3.2.2 ข้อมูลอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร

อาศัยข้อมูลจากแผนหลักการขนส่ง พ.ศ. 2542-2543 ของกระทรวงคมนาคม และการคาดคะเนอัตราการเพิ่มปริมาณการจราจร พ.ศ. 2535-2554 จากกองวางแผนกรมทางหลวงซึ่งคิดจากสูตรการหาอัตราการเพิ่มอย่างง่ายโดยให้ความสำคัญกับตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากรและรายได้ต่อหัวของประชากรทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัด

อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรใช้ในการคาดคะเนปริมาณการจราจรในอนาคต ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในบทต่อไป

3.3 ข้อมูลรถบรรทุก

ในการศึกษาจะทำการกำหนดประเภทของรถบรรทุกที่ทำการศึกษา แล้วจึงทำการรวบรวมข้อมูลน้ำหนักลงเพลา และสัดส่วนของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 ประเภทของรถบรรทุกที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษารถบรรทุก 4 ชนิดที่ใช้ในประเทศไทย ดังนี้

1. รถบรรทุก 6 ล้อ
2. รถบรรทุก 10 ล้อ
3. รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง
4. รถบรรทุก 18 ล้อพ่วง

3.3.2 ข้อมูลน้ำหนักลงเพลา

ข้อมูลน้ำหนักลงเพลาได้จากข้อมูลสำรวจชั่งน้ำหนักรถบรรทุกจากโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศเป็นการเก็บข้อมูลน้ำหนักรถบรรทุก ตั้งแต่ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541 ถึง 15 มีนาคม พ.ศ. 2541 ตั้งแต่เวลา 10.00 น. ถึง 14.00 น. ของแต่ละวัน โดยใช้ความเร็วในการชั่งประมาณ 3-8 นาทีต่อคัน ซึ่งจะได้ข้อมูลประมาณ 30-50 คันต่อ 1 แห่ง ทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 15 แห่งทั่วประเทศ

จากข้อมูลน้ำหนักลงเพลาที่ได้สามารถนำไปคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดได้ และสามารถนำไปคำนวณหาค่า Truck Factor สำหรับรถบรรทุกแต่ละชนิดที่พิกัดน้ำหนักต่างๆได้ต่อไป

3.3.3 สัดส่วนของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวง

เนื่องจากสัดส่วนของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวงจากข้อมูลปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดปี ของกรมทางหลวงแบ่งสัดส่วนรถบรรทุกชนิด 6 ล้อเป็น Medium Truck และรถบรรทุกตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไปเป็น Heavy Truck ดังนั้นจึงต้องทำการกระจายสัดส่วนของรถบรรทุกชนิด Heavy Truck ออกเป็นรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง และรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง โดยอาศัยสัดส่วนรถบรรทุกจากข้อมูลสำรวจชั่งน้ำหนักรถบรรทุกโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศเช่นกัน สำหรับวิธีการปรับขยายสัดส่วนจะได้กล่าวในบทต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การวิเคราะห์ปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ

มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. กำหนดช่วงของเส้นทางบนโครงข่ายทางหลวง
2. หาปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงบนโครงข่ายทางหลวง
3. ปรับขยายสัดส่วนรถบรรทุกประเภท Heavy Truck
4. การหาอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุก

4.1 การกำหนดช่วงของเส้นทางบนโครงข่ายทางหลวง

ในการกำหนดช่วงของเส้นทางบนโครงข่ายทางหลวงนั้นจะทำการแบ่งโครงข่ายทางหลวงออกเป็น 298 เส้นทางดังรูปที่ 4.1 โดยกำหนดให้ทางหลวงระหว่างทางแยกจนถึงทางแยก (ทางแยกสามารถพิจารณาได้จากหนังสือแผนที่ทางหลวง ซึ่งจัดทำโดยกรมทางหลวง) คือโครงข่ายทางหลวง 1 เส้นทาง

4.2 การหาปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงบนโครงข่ายทางหลวง

หลังจากกำหนดโครงข่ายทางหลวงที่จะพิจารณาแล้ว จะทำการหาปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงบนโครงข่ายทางหลวง โดยปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวงทั้งสองทิศทางสามารถศึกษาได้จากข้อมูลปริมาณการจราจรรายวันเฉลี่ย (Average Annual Daily Traffic, AADT) ปี พ.ศ. 2542 ซึ่งสำรวจ รวบรวม และจัดพิมพ์เผยแพร่โดยกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

เนื่องจากโครงข่ายทางหลวงที่ศึกษานั้นไม่สอดคล้องกับโครงข่ายทางหลวงที่ได้ทำการจัดเก็บข้อมูลปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยของกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง จึงได้ทำการหาค่าปริมาณการจราจรประเภทต่าง ๆ บนโครงข่ายทางหลวง 298 เส้นทาง โดยการหาสัดส่วนค่าปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงย่อยๆ ของกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง เพื่อนำมาใช้เป็นตัวแทนของค่าปริมาณการ

รูปที่ 4.1 โครงข่ายทางหลวงที่นำมาพิจารณา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จราจรบนโครงข่ายทางหลวง 298 เส้นทางที่ได้ทำการกำหนดไว้ดังกล่าว สามารถแสดงขั้นตอนการหาค่าปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวง 298 เส้นทางได้ดังนี้

1. กำหนดเส้นทาง 298 ช่วงจากแผนที่แสดงโครงข่ายถนนของกรมทางหลวงโดยใช้หลักการแบ่งจากทางแยกจนถึงทางแยกถือว่าเป็น 1 เส้นทาง
2. ทำการกำหนดตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรรายวันเฉลี่ยของกองวิศวกรรมจราจรทั้งหมดลงบนเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 1
3. ทำการหาค่าปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยในเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ในข้อที่ 1 โดยคิดค่าปริมาณการจราจรเป็นสัดส่วนเทียบกับความยาวของแต่ละตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล

สามารถแสดงตัวอย่างการหาปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงที่ 4 ประกอบด้วย 4 ช่วงย่อยที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงช่วงย่อยที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจรบนทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงที่ 4

ROUTE Control	NAME	STATION	MEDIUM TRUCK	HEAVY TRUCK	TOTAL	DISTANCE KM.
12 901	JCT.TO LOMSAK - BAN PAKCHONG	2+000	IN 42 OUT 44 ALL 86	21 30 51	1558 1617 3175	2
12 902	BAN PAKCHONG - NAMNAO NATIONAL PARK	27+500	IN 87 OUT 108 ALL 195	45 47 92	1243 1164 2407	25.5
12 1000	NAMNAO NATIONAL PARK - KM.73+200	53+100	IN 85 OUT 175 ALL 160	56 19 75	1244 1001 2245	25.6
12 1101	HUAI SANAM SAI - JCT.NON HAN	80+441	IN 52 OUT 88 ALL 140	9 9 18	857 966 1823	27.3

ที่มา : ปริมาณการจราจรรายวันเฉลี่ย (Average Annual Daily Traffic, AADT) ปี พ.ศ. 2542 กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

คำนวณค่าเฉลี่ยของปริมาณรถบรรทุก 6 ล้อ (Medium Truck) ขาเข้า (in)

$$\text{Average Medium Truck} = \frac{\{(42x2)+(87x25.5)+(85x25.6)+(52x27.3)\}}{\{2+25.5+25.6+27.3\}}$$

$$= 72 \text{ คัน}$$

แทนช่วงของเส้นทาง 100 กิโลเมตร ได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมดดังตารางที่ 4.2

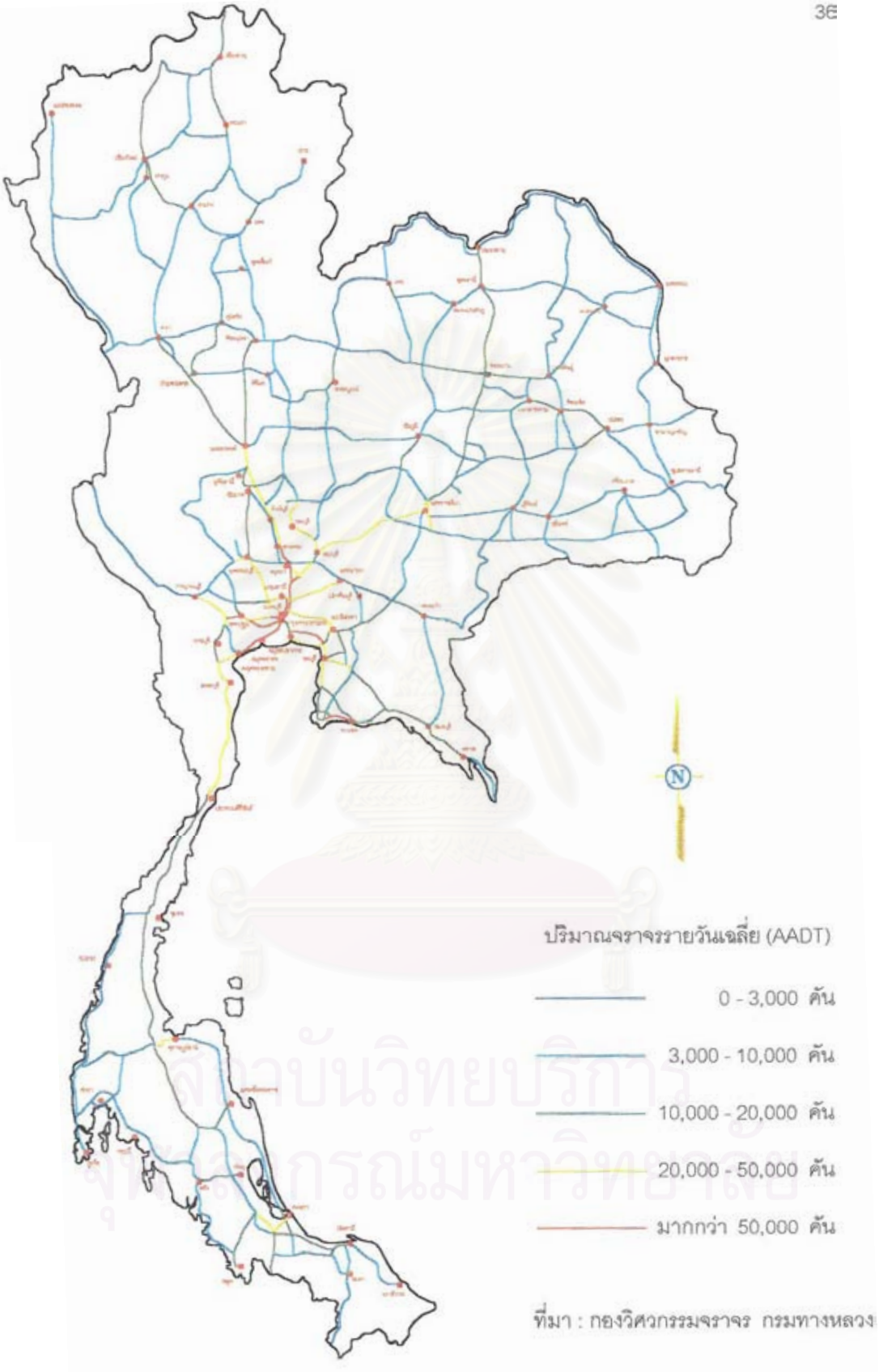
ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณจราจรเฉลี่ยบนทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงที่ 4

ROUTE Control	NAME	STATION	MEDIUM TRUCK	HEAVY TRUCK	TOTAL	DISTANCE KM.
12 901	JCT.TO LOMSAK - BAN PAKCHONG	2+000	IN 72 OUT 89 ALL 161	33 23 57	1097 1048 2145	100

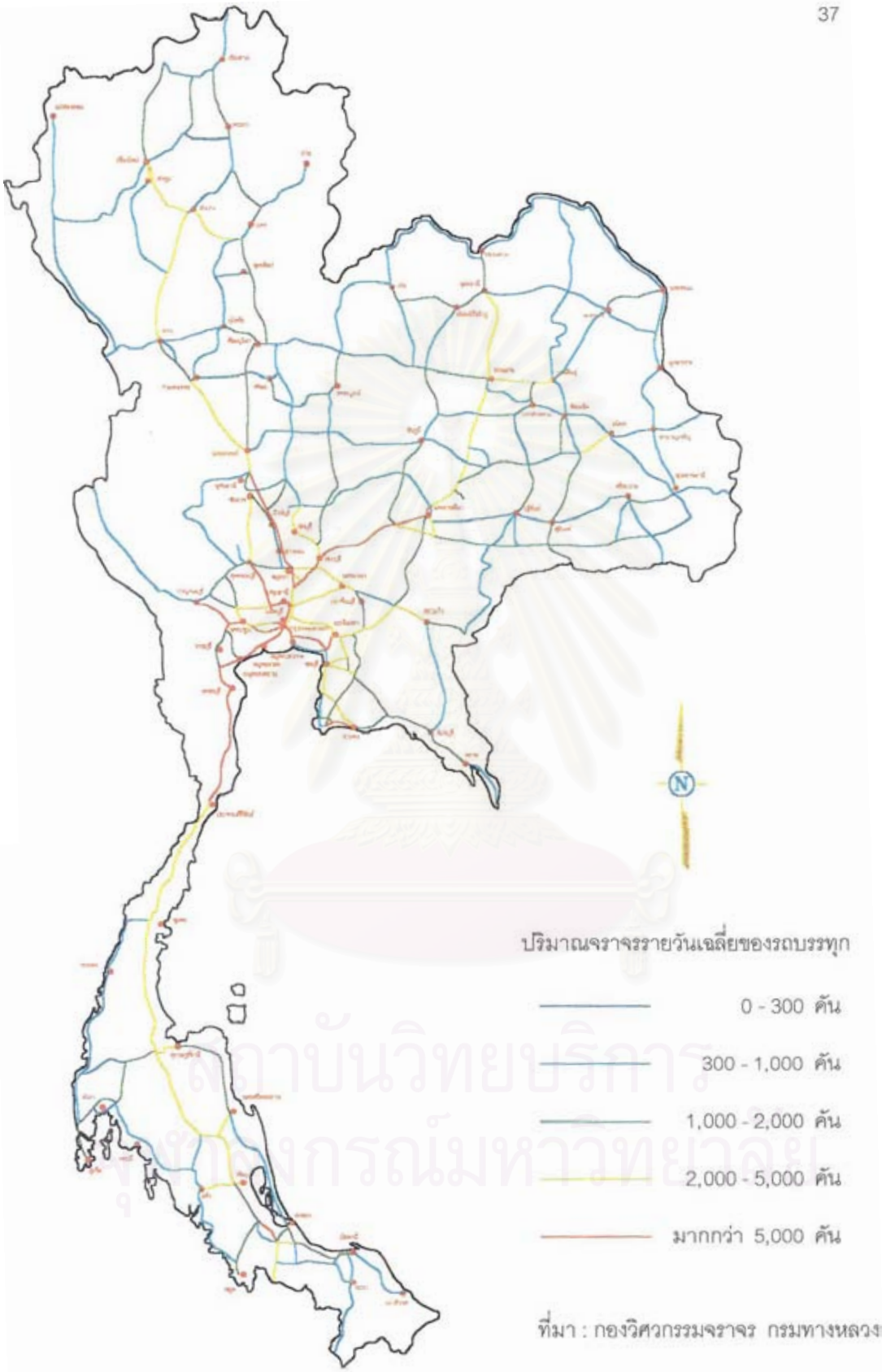
ปริมาณการจราจรบนโครงข่ายทางหลวงแต่ละช่วงสามารถแสดงได้ดัง ภาคผนวก ก นอกจากนี้ยังสามารถแสดงปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ. 2542 ดังรูปที่ 4.2 และปริมาณจราจรของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ. 2542 ดังรูปที่ 4.3

4.3 การปรับขยายสัดส่วนรถบรรทุกประเภท Heavy Truck

เนื่องจากค่าปริมาณการจราจรที่ทำการเก็บข้อมูลโดย กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวงมีการจัดเก็บข้อมูลรถบรรทุก 10 ล้อและมากกว่า 10 ล้อขึ้นไปรวมกันเป็นชนิด HEAVY TRUCK แต่ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับผิวทางนั้นจำเป็นต้องแยกรถ HEAVY TRUCK ออกเป็นรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง และรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง ดังนั้นจึงทำการขยายข้อมูลปริมาณรถ HEAVY TRUCK โดยอาศัยสัดส่วนรถบรรทุกประเภทต่างๆที่ได้ทำการเก็บข้อมูลไว้ในโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำ



รูปที่ 4.2 ปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ.2542



รูปที่ 4.3 ปริมาณจราจรรายวันเฉลี่ยของรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ.2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนักถาวรบนทางหลวงทั่วประเทศ ซึ่งทำการเก็บข้อมูลรถบรรทุกจาก 15 ตำแหน่ง 13 จังหวัดทั่วประเทศ ในปี พ.ศ. 2541 โดยจังหวัดที่ทำการเก็บข้อมูลสามารถสรุปได้ดังนี้

- อยุธยา
- นครนายก
- ฉะเชิงเทรา
- ชลบุรี
- สมุทรสาคร
- นครปฐม
- สุพรรณบุรี
- แพร่
- กำแพงเพชร
- นครราชสีมา
- สระแก้ว
- ประจวบคีรีขันธ์
- สุราษฎร์ธานี

เนื่องจากเส้นทางของโครงข่ายทางหลวงที่อยู่ในจังหวัดที่มีตำแหน่งเก็บข้อมูลจะสามารถใช้สัดส่วนรถบรรทุกของตำแหน่งนั้น ๆ บนเส้นทางดังกล่าว สำหรับเส้นทางที่อยู่ในจังหวัดที่ไม่มีตำแหน่งเก็บข้อมูลจะใช้สัดส่วนจากตำแหน่งเก็บข้อมูลที่อยู่ในจังหวัดใกล้เคียง ดังนั้นจึงมีการกำหนดให้จังหวัดที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นภูมิภาคเพื่อให้จังหวัดที่อยู่ภายในภูมิภาคนั้นมีค่าสัดส่วนรถบรรทุกเท่า ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3 สำหรับค่าสัดส่วนของรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง ที่ใช้ในการปรับแก้ปริมาณรถชนิด HEAVY TRUCK แสดงดังตารางที่ 4.4

เมื่อสามารถหาค่าปรับแก้ปริมาณรถ HEAVY TRUCK ได้จะใช้ค่าดังกล่าวคูณกับปริมาณรถบรรทุก Heavy Truck เป็นปริมาณการจราจรของ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงและรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง บนโครงข่ายทางหลวงในแต่ละช่วง ดังแสดงในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 แสดงจังหวัดที่ใช้สัดส่วนร่วมกับจังหวัดที่มีตำแหน่งเก็บข้อมูล

ภูมิภาค	จังหวัดในภูมิภาค
อยุธยา	อยุธยา สระบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท อ่างทอง และลพบุรี
นครนายก	นครนายก และปราจีนบุรี
ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา
ชลบุรี	ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด
สมุทรสาคร	สมุทรสาคร กรุงเทพ และสมุทรปราการ
นครปฐม	นครปฐม ปทุมธานี และนนทบุรี
สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี ราชบุรี กาญจนบุรีและ สมุทรสงคราม
แพร่	แพร่ เชียงใหม่ ลำปาง แม่ฮ่องสอน เชียงราย ลำพูน น่าน พะเยา และอุตรดิตถ์
กำแพงเพชร	กำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ พิษณุโลก อุทัยธานี สุโขทัย พิจิตร และเพชรบูรณ์
นครราชสีมา	นครราชสีมา ขอนแก่น อุดรธานี เลย หนองคาย มุกดาหาร นครพนม สกลนคร กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มหาสารคาม ชัยภูมิ ยโสธร อุบลราชธานี ศรีสะเกษ บุรีรัมย์ อำนาจเจริญ หนองบัวลำภูและสุรินทร์
สระแก้ว	สระแก้ว
ประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์ และเพชรบุรี
สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี ภูเก็ต ระนอง พังงา กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช ตรัง สงขลา สตูล ยะลา ปัตตานี นราธิวาส และพัทลุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 แสดงสัดส่วนรถบรรทุกที่ใช้ในการปรับแก้ปริมาณรถ HEAVY TRUCK

ภูมิภาค	ร้อยละของประเภทรถ HEAVY TRUCK		
	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
กำแพงเพชร	35.72	35.71	28.57
ฉะเชิงเทรา	42.86	33.33	23.81
ชลบุรี	91.67	0	8.33
นครนายก	73.91	17.39	8.7
นครปฐม	69.57	11.59	18.84
นครราชสีมา	70.59	17.65	11.76
ประจวบคีรีขันธ์	78.95	15.79	5.26
แพร่	64.52	12.9	22.58
สมุทรสาคร	76.73	7.69	15.38
สระแก้ว	66.67	18.52	14.81
สุพรรณบุรี	50	38.24	11.76
สุราษฎร์ธานี	75	9.37	15.63
อยุธยา	57.14	22.45	20.41

ที่มา : การศึกษาความเหมาะสม สำรวจ และออกแบบรายละเอียด โครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ กรมทางหลวง

4.4 การหาอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุก

อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกสามารถหาได้จากการหาอัตราการเพิ่มอย่างง่าย ซึ่งได้เคยใช้ในรายงานการศึกษาการคาดคะเนการเพิ่มของปริมาณการจราจรปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2554 โดยฝ่ายวางโครงการ กองวางแผน กรมทางหลวง อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรถบรรทุกสามารถหาได้โดยให้ความสำคัญกับตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการเพิ่มของรายได้ต่อหัวของประชากร ทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัด ซึ่งหาได้จากสมการที่ 4.1 ดังต่อไปนี้

$$GROWTHRATE = [0.5\{(1+\frac{P}{100})(1+\frac{G}{100})^{e} + (1+\frac{p}{100})(1+\frac{g}{100})^{e}\} - 1] * 100 \qquad (4.1)$$

เมื่อ P = อัตราการเพิ่มของประชากรของทั้งประเทศ

G = อัตราการเพิ่มของรายได้ประชากรต่อหัวที่แท้จริงของทั้งประเทศ

p = อัตราการเพิ่มของประชากรของทั้งจังหวัด

g = อัตราการเพิ่มของรายได้ประชากรต่อหัวที่แท้จริงของทั้งจังหวัด

e = ค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้

เนื่องจากค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกซึ่งวิเคราะห์โดยฝ่ายวางโครงการ กองวางแผน กรมทางหลวงได้จัดทำขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งในระยะเวลาดังกล่าวประเทศไทยยังไม่ประสบกับปัญหาภาวะเศรษฐกิจทำให้ค่าดังกล่าวไม่สามารถพยากรณ์ปริมาณการจราจรรถบรรทุกได้สอดคล้องกับความเป็นจริงส่งผลให้ต้องทำการหาแหล่งข้อมูลใหม่เพื่อทำการปรับค่าตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการเพิ่มของรายได้ต่อหัวของประชากร ทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัดให้สอดคล้องกับความเป็นจริง

ค่าตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการเพิ่มของรายได้ต่อหัวของประชากร ทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัดสามารถหาได้จากแผนหลักการขนส่ง กระทรวงคมนาคม ซึ่งได้พยากรณ์ค่าของตัวแปรต่างๆ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งแบ่งออกเป็นช่วงๆ 5 ปี คือ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนที่ 7 ช่วงเวลาปีพ.ศ. 2535 - ปีพ.ศ.2539

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนที่ 8 ช่วงเวลาปีพ.ศ. 2540 - ปีพ.ศ.2544

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนที่ 9 ช่วงเวลาปีพ.ศ. 2545 - ปีพ.ศ.2549

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติแผนที่ 10 ช่วงเวลาปีพ.ศ. 2550 - ปีพ.ศ.2554

เนื่องจากค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์โดยฝ่ายวางโครงการ กองวางแผน กรมทางหลวง ไม่ส่งผลต่อค่าของอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกมากนัก ดังนั้นจะยังคงยึดค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้ของฝ่ายวางโครงการ กองวางแผน กรมทางหลวงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าอัตราการเพิ่มปริมาณการจราจรรถบรรทุก

การพิจารณาค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกในการวิจัยจะทำการพิจารณาในช่วงเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 จนถึงปี พ.ศ. 2560 แต่ค่าตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการเพิ่มของรายได้ต่อหัวของประชากร ทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัดและค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้จะทำการพิจารณาจนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2554 ดังนั้นค่าตัวแปรต่างๆ หลังจากปี พ.ศ. 2554 จะยึดให้มีค่าเท่ากับค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2554

ค่าของตัวแปรต่างๆที่ได้จากแผนหลักการขนส่ง กระทรวงคมนาคม จะแบ่งตามภูมิภาคต่างๆ 11 ภูมิภาค คือ

- กรุงเทพมหานคร
- ปริมณฑล
- ภาคกลาง
- ภาคตะวันออก
- ภาคเหนือตอนล่าง
- ภาคเหนือตอนบน
- ภาคอีสานตอนล่าง
- ภาคอีสานตอนบน
- ภาคใต้ตอนล่าง
- ภาคใต้ตอนบน
- ภาคตะวันตก

ดังนั้นจะต้องทำการกำหนดจังหวัดต่างๆลงในภูมิภาคเพื่อใช้ในการหาค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกบนทางหลวงสายต่างๆการกำหนดจังหวัดลงในภูมิภาคสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.5

ค่าตัวแปรอัตราการเพิ่มของประชากร และอัตราการเพิ่มของรายได้ต่อหัวของประชากร ทั้งในระดับประเทศและระดับจังหวัด ค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้ในภูมิภาคต่าง ๆ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.6 ถึงตารางที่ 4.8

หลังจากที่ทราบค่าตัวแปรต่าง ๆ แล้วจะสามารถหาค่าของอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุก 6 ล้อ รถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วงและรถบรรทุกพ่วง แบ่งตามภูมิภาคและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.5 การกำหนดจังหวัดลงภูมิภาคเพื่อใช้ในการหาค่าอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร

ภูมิภาค	จังหวัดในภูมิภาค
กรุงเทพมหานคร	กรุงเทพมหานคร
ปริมณฑล	นครปฐม สมุทรสาคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ
ภาคกลาง	ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง ลพบุรี สระบุรี และอยุธยา
ภาคตะวันออก	นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง สระแก้ว จันทบุรี และตราด
ภาคเหนือตอนล่าง	ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร อุทัยธานี พิษณุโลก พิจิตร นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์
ภาคเหนือตอนบน	แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์
ภาคอีสานตอนล่าง	ชัยภูมิ นครราชสีมา ขอนแก่น มหาสารคาม บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ และอุบลราชธานี
ภาคอีสานตอนบน	เลย อุดรธานี หนองบัวลำภู หนองคาย สกลนคร กาฬสินธุ์ นครพนม และมุกดาหาร
ภาคใต้ตอนล่าง	ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส
ภาคใต้ตอนบน	ชุมพร ระนอง พังงา ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี กระบี่ และนครศรีธรรมราช
ภาคตะวันตก	กาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

ตารางที่ 4.6 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของประชากรแบ่งตามภูมิภาคและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ภูมิภาค	ช่วงเวลาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.)			
	2535-2539	2540-2544	2545-2549	2550-2554
กรุงเทพมหานคร	2.15%	1.95%	1.88%	1.79%
ปริมณฑล	2.82%	2.46%	2.21%	2.06%
ภาคกลาง	0.52%	0.26%	0.10%	-0.13%
ภาคตะวันออก	1.32%	1.13%	0.99%	0.915
ภาคเหนือตอนล่าง	0.51%	0.18%	0.03%	-0.10%
ภาคเหนือตอนบน	0.56%	0.22%	0.04%	-0.07%
ภาคอีสานตอนล่าง	0.97%	0.76%	0.56%	0.36%
ภาคอีสานตอนบน	0.99%	0.78%	0.56%	0.38%
ภาคใต้ตอนล่าง	1.52%	1.22%	0.99%	0.87%
ภาคใต้ตอนบน	1.37%	1.08%	0.92%	0.76%
ภาคตะวันตก	0.93%	0.73%	0.64%	0.51%
ทั้งประเทศ	1.18%	0.95%	0.80%	0.68%

ที่มา : แผนหลักการขนส่ง พ.ศ. 2542-2543 กระทรวงคมนาคม

ตารางที่ 4.7 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของ Real Per Capital ราคาปี 2531 กรณีฐานแบ่งตามภูมิภาคและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ภูมิภาค	ช่วงเวลาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.)			
	2535-2539	2540-2544	2545-2549	2550-2554
กรุงเทพมหานคร	5.85%	-1.47%	2.68%	2.68%
ปริมณฑล	7.06%	-0.89%	3.47%	3.72%
ภาคกลาง	10.90%	2.06%	5.71%	5.08%
ภาคตะวันออก	7.74%	-0.53%	3.86%	4.11%
ภาคเหนือตอนล่าง	3.63%	-0.61%	3.78%	4.11%
ภาคเหนือตอนบน	6.35%	0.67%	4.49%	4.42%
ภาคอีสานตอนล่าง	5.67%	-0.67%	3.55%	3.84%
ภาคอีสานตอนบน	5.05%	-1.13%	3.45%	3.84%
ภาคใต้ตอนล่าง	4.32%	-1.52%	2.83%	3.11%
ภาคใต้ตอนบน	4.02%	-1.16%	3.07%	3.41%
ภาคตะวันตก	6.05%	-0.25%	4.06%	4.40%
ทั้งประเทศ	6.68%	-0.35%	3.91%	4.04%

ที่มา : แผนหลักการขนส่ง พ.ศ. 2542-2543 กระทรวงคมนาคม

ตารางที่ 4.8 ค่าความยืดหยุ่นของการเดินทางต่อรายได้แบ่งประเภทของรถบรรทุกและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ภูมิภาค	ช่วงเวลาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.)			
	2535-2539	2540-2544	2545-2549	2550-2554
รถบรรทุก 6 ล้อ	1.17	1.13	1.09	1.07
รถบรรทุกตั้งแต่ 10 ล้อ ขึ้นไป	1.40	1.28	1.19	1.14

ที่มา : การคาดคะเนอัตราการเพิ่มปริมาณการจราจร พ.ศ. 2535-2554 กองวางแผน กรมทางหลวง

ตารางที่ 4.9 อัตราการเพิ่มของปริมาณรถบรรทุก 6 ล้อ

ภูมิภาค	ช่วงเวลาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.)			
	2535-2539	2540-2544	2545-2549	2550-2554
กรุงเทพมหานคร	12.73	0.40	4.98	4.87
ปริมณฑล	14.20	0.99	5.59	5.58
ภาคกลาง	16.39	1.57	5.72	5.17
ภาคตะวันออก	13.97	0.54	5.17	5.20
ภาคเหนือตอนล่าง	9.86	0.02	4.63	4.67
ภาคเหนือตอนบน	12.30	0.76	5.02	4.85
ภาคอีสานตอนล่าง	11.92	0.27	4.78	4.76
ภาคอีสานตอนบน	11.37	0.02	4.73	4.77
ภาคใต้ตอนล่าง	11.01	0.02	4.61	4.63
ภาคใต้ตอนบน	10.67	0.15	4.70	4.74
ภาคตะวันตก	12.23	0.50	5.10	5.14
ทั้งประเทศ	12.42	0.48	5.00	4.95

ตารางที่ 4.10 อัตราการเพิ่มของปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ รถบรรทุกกึ่งพ่วง และรถบรรทุกพ่วง

ภูมิภาค	ช่วงเวลาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (พ.ศ.)			
	2535-2539	2540-2544	2545-2549	2550-2554
กรุงเทพมหานคร	10.69	0.27	5.32	5.12
ปริมณฑล	11.95	0.90	5.98	5.86
ภาคกลาง	13.48	1.70	6.22	5.50
ภาคตะวันออก	11.62	0.47	5.58	5.49
ภาคเหนือตอนล่าง	8.21	-0.05	5.03	4.96
ภาคเหนือตอนบน	10.19	0.79	5.46	5.16
ภาคอีสานตอนล่าง	9.92	0.20	5.16	5.05
ภาคอีสานตอนบน	9.48	-0.09	5.10	5.06
ภาคใต้ตอนล่าง	9.24	-0.12	4.95	4.89
ภาคใต้ตอนบน	8.94	0.04	5.06	5.01
ภาคตะวันตก	10.17	0.45	5.51	5.45
ทั้งประเทศ	10.35	0.41	5.40	5.23

หลังจากนั้นจะทำการหาค่าคงที่ของปริมาณรถบรรทุกในปีใดๆเทียบเท่ากับปี พ.ศ. 2542เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรรถบรรทุกในปีอนาคตจากค่าปริมาณการจราจรรถบรรทุกบนโครงข่ายทางหลวงในปี พ.ศ. 2542 สามารถหาค่าคงที่ได้จากสมการที่ 4.2

$$K = (1+\text{อัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ})^{n} \qquad (4.2)$$

เมื่อ K = ค่าคงที่ของปริมาณรถบรรทุกในปีใดๆเทียบเท่ากับปี พ.ศ. 2542

n = ช่วงเวลา (ปี)

ค่าคงที่ที่ใช้ในการพยากรณ์ปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในแต่ละปีแสดงในภาคผนวก ก หลังจากนั้นนำค่าคงที่ที่ได้ไปคูณกับปริมาณจราจรในปี พ.ศ. 2542 เป็นปริมาณจราจรในปีอนาคต สามารถแสดงปริมาณจราจรในปีอนาคตในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การวิเคราะห์ผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทาง

สำหรับผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทางเนื่องจากการเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกที่เห็นได้ชัดเจนคือ ความเสียหายที่มีต่อผิวทาง โดยเฉพาะผิวทางแอสฟัลท์ เนื่องจากถนนในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นชนิดผิวทางแอสฟัลท์ ซึ่งจะเกิดความเสียหายก่อนกำหนดเวลา ทำให้ถนนมีอายุใช้งานน้อยกว่าที่ได้ออกแบบไว้

ในการศึกษาวิจัยจะทำการกำหนด กรณีศึกษา (Scenario) ต่างๆขึ้น และทำการวิเคราะห์หาผลกระทบต่อถนนผิวทางแอสฟัลท์ตามกรณีศึกษา ที่ได้กำหนดไว้ต่อไป

5.1 การกำหนดกรณีศึกษา (Scenario) ในการศึกษา

เนื่องจากข้อกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 มาตรฐานน้ำหนักรถและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดในปัจจุบัน (ตัน)

ประเภทรถ	น้ำหนักรถ	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	12.0	2.9	9.1	-	-	-
10 ล้อ	21.0	4.6	8.2	8.2	-	-
18 ล้อกึ่งพ่วง	37.4	4.6	8.2	8.2	8.2	8.2
18 ล้อพ่วง	39.2	4.6	8.2	8.2	9.1	9.1

จะทำการกำหนดกรณีศึกษาทั้งหมด 5 กรณีศึกษา สำหรับ กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 จะใช้ตามมาตรฐานพิกัดน้ำหนักในปัจจุบัน โดยใน กรณีศึกษาที่ 1 จะเป็นสถานการณ์ที่ไม่ดำเนินการใดๆ (Do Nothing) เพื่อประเมินให้เห็นถึงความเสียหายที่เกิดขึ้น ตลอดจนค่าใช้จ่ายของภาครัฐที่จะเกิดขึ้นหากไม่มีการเพิ่มมาตรฐานพิกัดน้ำหนัก หรือไม่มีการดำเนินการใดๆสำหรับการกำกับดูแล

กรณีศึกษาที่ 2 จะเป็นการคงระดับมาตรฐานพิกัดน้ำหนักตามกฎหมายกำหนด โดยปรับเปลี่ยนวิธีการกำกับดูแลให้เข้มงวด เพื่อให้ผู้ประกอบการขนส่งขนส่งในพิกัดที่กฎหมายกำหนด สำหรับกรณีศึกษาอื่นๆจะเป็นการเพิ่มระดับมาตรฐานพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกชนิดต่างๆ โดยจะยึดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักรวมของรถบรรทุก 10 ล้อเป็นหลัก โดยจะเพิ่มพิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อเป็น 25 ตัน 30 ตัน และ 35 ตัน สำหรับกรณีศึกษาที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ในการพิจารณาน้ำหนักลงเพลาและน้ำหนักรวมของรถบรรทุกชนิดต่างๆ ในแต่ละกรณีศึกษาจะมีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลากับน้ำหนักรวมของรถบรรทุก 6 ล้อและรถบรรทุก 10 ล้อ

จากข้อมูลสำรวจชั่งน้ำหนักรถบรรทุกโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศ มีข้อมูลน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุก 6 ล้อ จำนวน 199 คัน รถบรรทุก 10 ล้อ จำนวน 353 คัน นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักลงเพลากับน้ำหนักรวมได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{น้ำหนักลงเพลาหลังรถบรรทุก 6 ล้อ(ตัน)} = 0.0515 \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 6 ล้อ})^{1.2732} \quad (5.1)$$

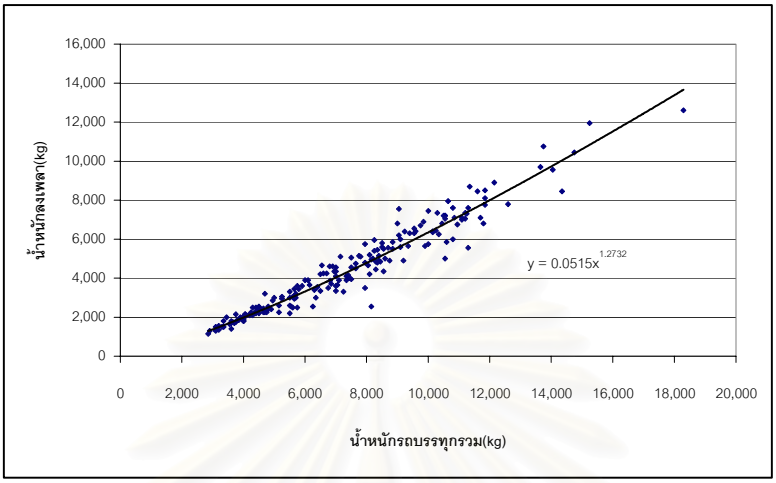
$$\text{น้ำหนักลงเพลาหน้ารถบรรทุก 6 ล้อ(ตัน)} = \text{น้ำหนักรวม} - \text{น้ำหนักเพลาหลังรถบรรทุก 6 ล้อ} \quad (5.2)$$

$$\text{น้ำหนักลงเพลาหน้ารถบรรทุก 10 ล้อ(ตัน)} = 2706.7 \times e^{0.00003\ \text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก10ล้อ}} \quad (5.3)$$

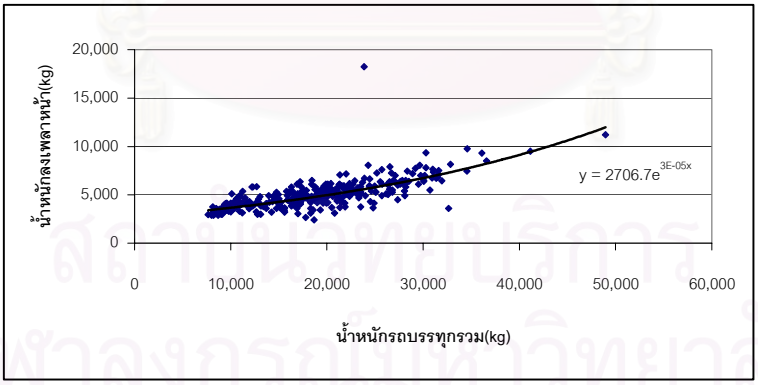
$$\text{น้ำหนักลงเพลาที่ 2 รถบรรทุก 10 ล้อ(ตัน)} = 0.0561 \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อ})^{1.1889} \quad (5.4)$$

$$\text{น้ำหนักลงเพลาที่ 3 รถบรรทุก 10 ล้อ(ตัน)} = 0.0537 \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อ})^{1.1932} \quad (5.5)$$

แสดงการหาการกระจายน้ำหนักลงเพลาดังรูปที่ 5.1 ถึง รูปที่ 5.4

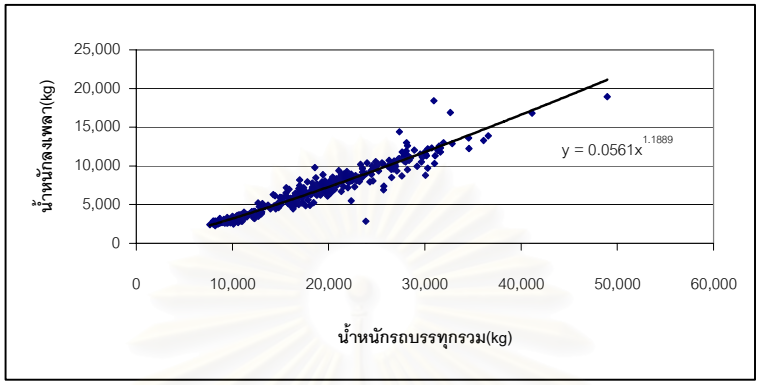


รูปที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ

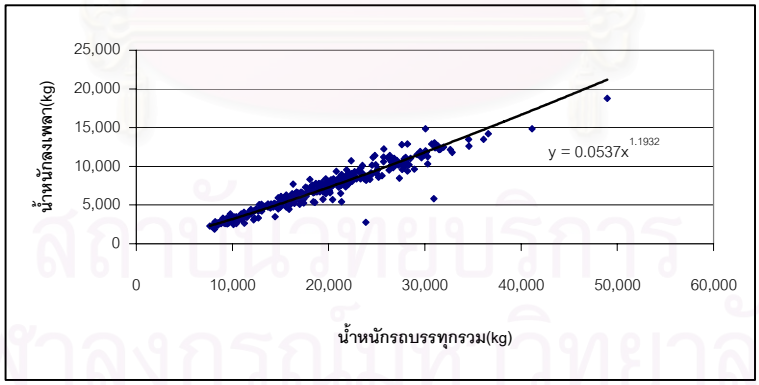


รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาหน้าของรถบรรทุก 10 ล้อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาที่ 2 ของรถบรรทุก 10 ล้อ



รูปที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาที่ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ

5.1.2 การหาน้ำหนักลงเพลารถบรรทุก 10 ล้อ สำหรับกรณีศึกษาต่างๆ

จากสมการที่ 5.3,5.4 และ 5.5 จะสามารถหาน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลาของน้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อ กรณีศึกษาต่างๆ ได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 10 ล้อ จากสมการที่ 5.3, 5.4 และ 5.5

กรณีศึกษา	น้ำหนักรวม(ตัน)	เพลา หน้า	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	น้ำหนักรวม(คำนวณ)
3	25.0	5.7	9.5	9.5	24.7
4	30.0	6.6	11.8	11.8	30.2
5	35.0	7.7	14.2	14.2	36.1

เนื่องจากน้ำหนักรวมที่ได้จากการคำนวณมีค่าไม่เท่ากับน้ำหนักรวมที่กำหนด จึงต้องทำการปรับแก้ด้วยการคูณน้ำหนักลงเพลาที่คำนวณได้ด้วยสัดส่วนระหว่างน้ำหนักรวมที่กำหนดกับน้ำหนักรวมที่คำนวณได้ ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆที่ทำการปรับแก้แล้วของรถบรรทุก 10 ล้อ

กรณีศึกษา	น้ำหนักรวม (ตัน)	น้ำหนักรวม (คำนวณ)	ค่าปรับแก้	น้ำหนักลงเพลาที่ทำการปรับแก้		
				เพลาหน้า	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3
3	25.0	24.7	1.011	5.8	9.6	9.6
4	30.0	30.2	0.993	6.6	11.7	11.7
5	35.0	36.1	0.969	7.4	13.8	13.8

5.1.3 การหาน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุก 6 ล้อ สำหรับกรณีศึกษาต่างๆ

ในการหาน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุก 6 ล้อ จะอาศัยค่า Equivalent axle Load Factor (EALF) ของ The Asphalt Institute จากตารางที่ 2.1 มาเป็นตัวช่วยในการกำหนดน้ำหนัก

เนื่องจากเพลาที่ 2 และ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ อยู่ติดกันมีลักษณะเป็นเพลาคู่ในขณะที่เพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ เป็นเพลาเดี่ยว ดังนั้นจึงต้องทำการหาค่า EALF จากเพลาคู่ของรถบรรทุก 10 ล้อ เพื่อนำไปหาค่าน้ำหนักลงเพลาเดี่ยวของรถบรรทุก 6 ล้อ แสดงได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงการหาน้ำหนักลงเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ

กรณีศึกษา	รถบรรทุก 10 ล้อ				รถบรรทุก 6 ล้อ	
	เพลาที่ 2(ตัน)	เพลาที่3(ตัน)	เพลาคู่(ตัน)	EALF	EALF	เพลาหลัง(ตัน)
3	9.6	9.6	19.2	2.67	2.67	10.2
4	11.7	11.7	23.4	5.88	5.88	12.5
5	13.8	13.8	27.6	11.20	11.20	14.8

จากตารางที่ 5.4 มีความหมายว่าน้ำหนักลงเพลาคู่ในแต่ละกรณีศึกษาจะให้ผลกระทบต่อผิวทางเทียบเท่ากับน้ำหนักลงเพลาเดี่ยว เช่น น้ำหนักลงเพลาคู่ 19.2 ตัน วิ่งผ่านถนน 1 ครั้งจะทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทางแอสฟัลท์เทียบเท่ากับน้ำหนักเพลาเดี่ยว 10.2 ตัน วิ่งผ่านถนน 1 ครั้งเช่นกัน

จากสมการที่ 5.1 และ 5.2 สามารถคำนวณน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลาสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ ได้ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 6 ล้อ จากสมการที่ 1

กรณีศึกษา	น้ำหนักลงเพลาหลัง(ตัน)	น้ำหนักรวม(ตัน)	น้ำหนักเพลาหน้า(ตัน)
3	10.2	14.5	4.3
4	12.5	17.0	4.5
5	14.8	19.4	4.6

5.1.4 การหาน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง สำหรับกรณีศึกษาต่าง ๆ

เนื่องจากเพลาที่ 4 และ 5 ของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงเป็นเพลาคู่เหมือนกับเพลาที่ 2 และ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ ดังนั้นจึงใช้พิกัดน้ำหนักลงเพลาเท่ากับ เพลาที่ 2 และ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ สามารถแสดงน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลา และน้ำหนักรวมของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง

กรณีศึกษา	เพลาหน้า(ตัน)	เพลาที่ 2(ตัน)	เพลาที่ 3(ตัน)	เพลาที่ 4(ตัน)	เพลาที่ 5(ตัน)	น้ำหนักรวม
3	5.8	9.6	9.6	9.6	9.6	44.2
4	6.6	11.7	11.7	11.7	11.7	53.4
5	7.4	13.8	13.8	13.8	13.8	62.6

5.1.5 การหาน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง สำหรับกรณีศึกษาต่าง ๆ

เนื่องจากตัวรถพ่วงที่นำมาต่อเข้ากับรถบรรทุก 10 ล้อมีเพลาที่ 4 และ 5 เป็นเพลาเดี่ยว เหมือนกับเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ ดังนั้นจึงใช้พิกัดน้ำหนักลงเพลาเท่ากับเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ สามารถแสดงน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลาและน้ำหนักรวมของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วงได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงน้ำหนักลงเพลาต่างๆของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง

กรณีศึกษา	เพลาหน้า(ตัน)	เพลาที่ 2(ตัน)	เพลาที่ 3(ตัน)	เพลาที่ 4(ตัน)	เพลาที่ 5(ตัน)	น้ำหนักรวม
3	5.8	9.6	9.6	10.2	10.2	45.4
4	6.6	11.7	11.7	12.5	12.5	55.0
5	7.4	13.8	13.8	14.8	14.8	64.6

5.1.6 สรุปน้ำหนักลงเพลาและน้ำหนักรวมของรถบรรทุกชนิดต่าง ๆในแต่ละกรณีศึกษา

สามารถแสดงน้ำหนักลงเพลาและน้ำหนักรวมของรถบรรทุกชนิดต่างๆในแต่ละกรณีศึกษาได้ดังตารางที่ 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 และ 5.12

ตารางที่ 5.8 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่1,2

ประเภทรถ	น้ำหนักรวม	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	12.0	2.9	9.1	-	-	-
10 ล้อ	21.0	4.6	8.2	8.2	-	-
18 ล้อกึ่งพ่วง	37.4	4.6	8.2	8.2	8.2	8.2
18 ล้อพ่วง	39.2	4.6	8.2	8.2	9.1	9.1

ตารางที่ 5.9 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 3

ประเภทรถ	น้ำหนักรถ	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	14.5	4.3	10.2	-	-	-
10 ล้อ	25.0	5.8	9.6	9.6	-	-
18 ล้อกึ่งพ่วง	44.2	5.8	9.6	9.6	9.6	9.6
18 ล้อพ่วง	45.4	5.8	9.6	9.6	10.2	10.2

ตารางที่ 5.10 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 4

ประเภทรถ	น้ำหนักรถ	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	17.0	4.5	12.5	-	-	-
10 ล้อ	30.0	6.6	11.7	11.7	-	-
18 ล้อกึ่งพ่วง	53.4	6.6	11.7	11.7	11.7	11.7
18 ล้อพ่วง	55.0	6.6	11.7	11.7	12.5	12.5

ตารางที่ 5.11 แสดงน้ำหนักรวมและน้ำหนักลงเพลาของรถบรรทุกแต่ละชนิดสำหรับกรณีศึกษาที่ 5

ประเภทรถ	น้ำหนักรถ	เพลาที่ 1	เพลาที่ 2	เพลาที่ 3	เพลาที่ 4	เพลาที่ 5
6 ล้อ	19.4	4.6	14.8	-	-	-
10 ล้อ	35.0	7.4	13.8	13.8	-	-
18 ล้อกึ่งพ่วง	62.6	7.4	13.8	13.8	13.8	13.8
18 ล้อพ่วง	64.6	7.4	13.8	13.8	14.8	14.8

5.2 การคำนวณหาค่า Truck Factor

การคำนวณหาค่า Truck Factor จะแยกตามชนิดของรถบรรทุกดังต่อไปนี้

5.2.1 รถบรรทุก 6ล้อ

จากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกรวมกับน้ำหนักลงเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ ในสมการที่ 5.1 ทำให้สามารถหาน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุก 6 ล้อได้ ซึ่งน้ำหนักลงเพลาแต่

ละเพลาสามารถนำไปหาค่า Equivalent Axle Load Factor (EALF) ได้จากตารางที่ 2.1แสดงค่า EALF ของ The Asphalt Institute หลังจากนั้นทำการรวมค่า EALF ของเพลาหน้าและหลังได้เป็นค่า Truck Factor ของน้ำหนักบรรทุกรวม 6 ล้อนั้นๆ ดังตัวอย่างที่ 1

ตัวอย่างที่ 1 การหาค่า Truck Factor สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 14.5 ตัน

จากสมการที่ 1 น้ำหนักลงเพลาหลัง = 10.2 ตัน

จากสมการที่ 2 น้ำหนักลงเพลาหน้า = 4.3 ตัน

จากตารางที่ 2.1

ค่า EALF เพลาหน้า = 0.09

ค่า EALF เพลาหลัง = 2.67

Truck Factor = $\sum$EALF = 0.09+2.67

= 2.76

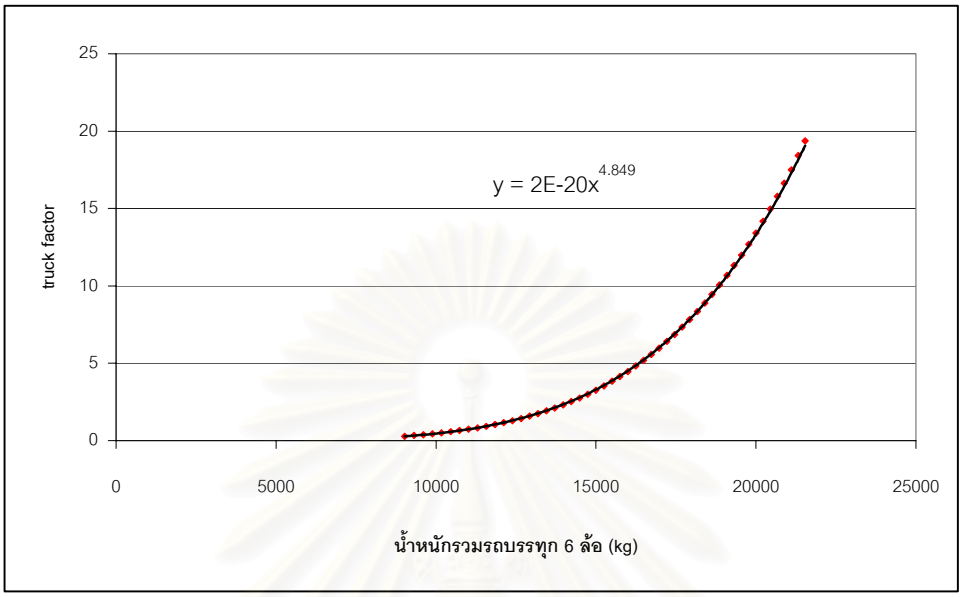
$\therefore$ รถบรรทุก 6 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 14.5 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 2.76

หลังจากนั้นหาค่า Truck Factor สำหรับน้ำหนักรวมรถบรรทุก 6 ล้อ ต่างๆ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังรูปที่ 5.5 และจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทำให้ได้ สมการถดถอยดังสมการที่ 5.6

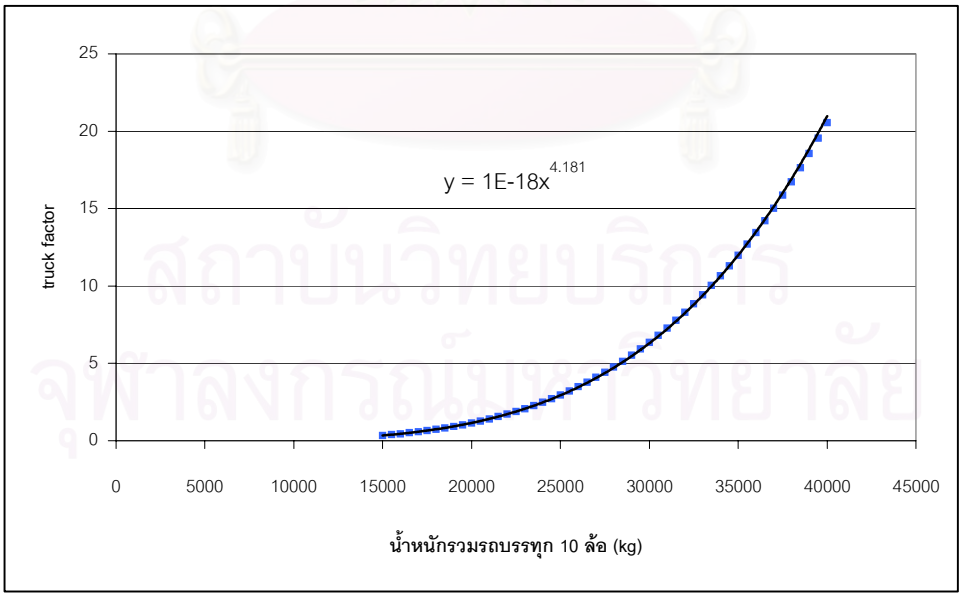
$$\text{Truck Factor รถบรรทุก 6 ล้อ} = 2 \times 10^{-20} \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 6 ล้อ(kg)})^{4.849} \qquad (5.6)$$

5.2.2 รถบรรทุก 10 ล้อ

จากสมการที่ 5.3, 5.4 และ 5.5 สามารถคำนวณหาน้ำหนักลงเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุก 10 ล้อได้ แต่ผลรวมจากค่าน้ำหนักลงเพลาจากสมการทั้ง 3 มีค่าไม่ตรงกับน้ำหนักรวมที่กำหนด จึงต้องมีการปรับแก้น้ำหนักลงเพลาเสียก่อนดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 5.1.1 หลังจากนั้นนำไปหาค่า EALF จากตารางที่ 2.1 แล้วจึงทำการรวมค่า EALF ของเพลาหน้า และเพลาที่ 2 กับ 3 ซึ่งเป็นเพลาคู่ได้เป็นค่า Truck Factor ของน้ำหนักบรรทุกรวม 10 ล้อนั้นๆ ดังตัวอย่างที่ 2



รูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก 6 ล้อ



รูปที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อ

ตัวอย่างที่ 2 การหาค่า Truck Factor สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 25 ตัน

จากสมการที่ 3 น้ำหนักลงเพลาหน้า	=	5.73	ตัน		
จากสมการที่ 4 น้ำหนักลงเพลาที่ 2	=	9.50	ตัน		
จากสมการที่ 5 น้ำหนักลงเพลาที่ 3	=	9.50	ตัน		
น้ำหนักรวม	=	24.73	ตัน		
Factor ปรับแก้น้ำหนักลงเพลา	=	25 / 24.73			
	=	1.012			

ทำการปรับแก้น้ำหนักลงเพลา

น้ำหนักลงเพลาหน้า	=	5.7 x 1.012	≈	5.8	ตัน
น้ำหนักลงเพลาที่ 2	=	9.50 x 1.012	≈	9.6	ตัน
น้ำหนักลงเพลาที่ 3	=	9.50 x 1.012	≈	9.6	ตัน
น้ำหนักเพลาคู่	=	9.6+9.6	=	19.2	ตัน

จากตารางที่ 2.1

ค่า EALF เพลาหน้า	=	0.29		
ค่า EALF เพลาหลัง(เพลาคู่)	=	2.67		
Truck Factor	=	$\sum$EALF	=	0.29+2.67
	=	2.96		

$\therefore$ รถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 25 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 2.96

หลังจากนั้นหาค่า Truck Factor สำหรับน้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อต่างๆ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังรูปที่ 5.6 และจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทำให้ได้สมการถดถอยดังสมการที่ 5.7

Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ = $1 \times 10^{-18} \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 10 ล้อ(kg)})^{4.181}$ (5.7)

5.2.3 รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง

ทำการหาค่า EALF จากน้ำหนักเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง แล้วนำผลรวมของค่า EALF มาเป็นค่า Truck Factor แต่เนื่องจากรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง เพลาที่ 4 และ 5 มีลักษณะเป็นเพลาคู่เหมือนเพลาที่ 2 และ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ ดังนั้นค่า Truck Factor ของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงสามารถหาได้จากผลรวมของค่า Truck Factor ของรถบรรทุก 10 ล้อ กับค่า EALF ของเพลาคู่ที่มีน้ำหนักเท่ากับเพลาที่ 2 และ 3 ของรถบรรทุก 10 ล้อ ดังตัวอย่างที่ 3

ตัวอย่างที่ 3 การหาค่า Truck Factor สำหรับรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง น้ำหนักรถบรรทุกรวม 44.2 ตัน

น้ำหนักลงเพลาหน้า = 5.8 ตัน
น้ำหนักลงเพลาคู่หน้า (เพลาที่ 2,3) = 19.2 ตัน
น้ำหนักลงเพลาคู่หลัง (เพลาที่ 4,5) = น้ำหนักลงเพลาคู่หน้า (เพลาที่ 2,3)
= 19.2 ตัน

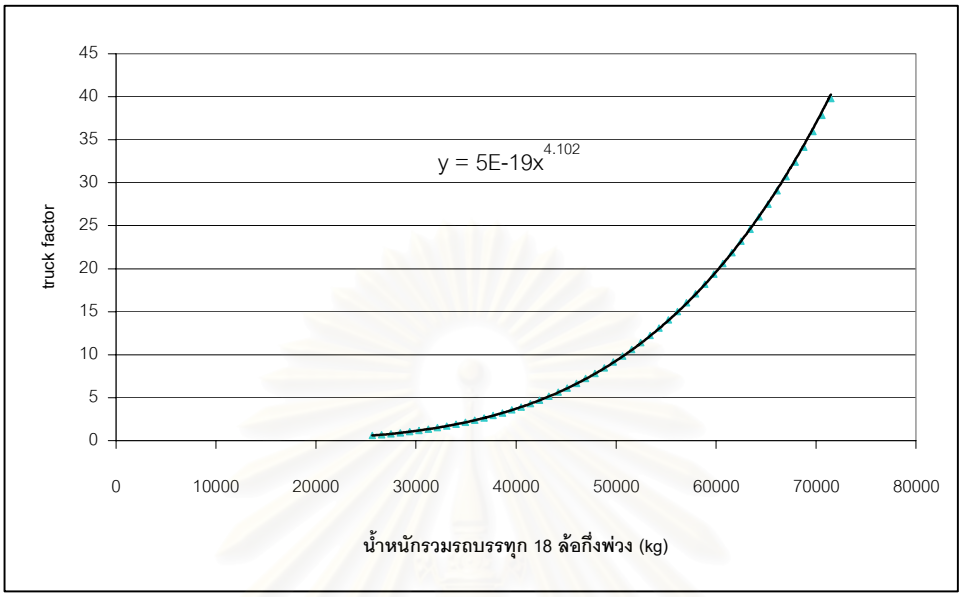
จากตารางที่ 2.1

ค่า EALF เพลาหน้า = 0.29
ค่า EALF เพลาคู่หน้า = 2.67
ค่า EALF เพลาคู่หลัง = 2.67
Truck Factor = $\sum$EALF = 0.29+2.67+2.67
= 5.63

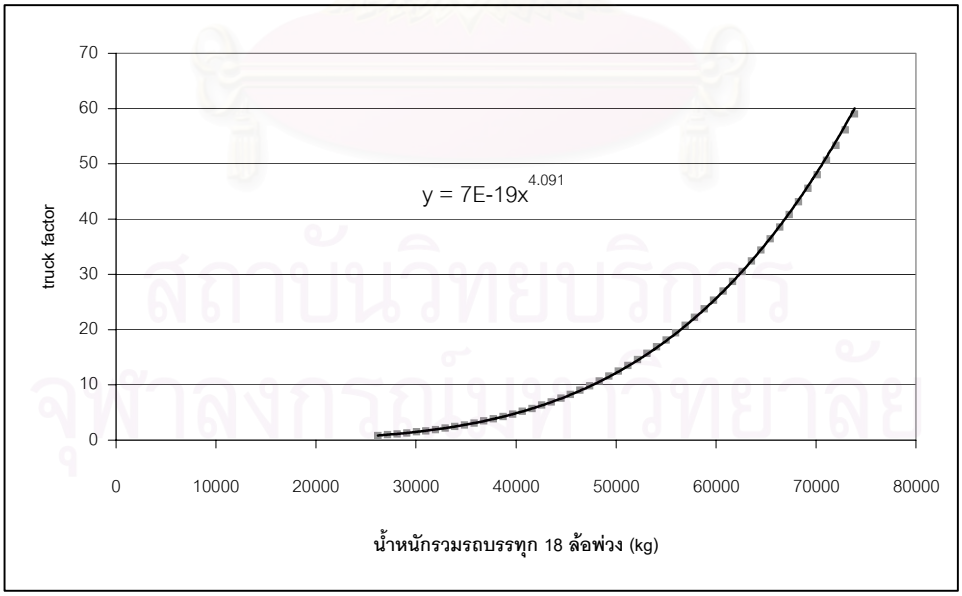
หรือ รถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 25 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 2.96
ค่า EALF เพลาคู่หลังรถ 18 ล้อกึ่งพ่วง = 2.67
Truck Factor = Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อหนัก 25 ตัน +ค่า EALF เพลาคู่หลัง
= 2.96 + 2.67 = 5.63

$\therefore$ รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง น้ำหนักรถบรรทุกรวม 44.2 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 5.63

หลังจากนั้นหาค่า Truck Factor สำหรับน้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงต่างๆ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังรูปที่ 5.7 และจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทำให้ได้สมการถดถอยดังสมการที่ 5.8



รูปที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างTruck Factorกับพิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก18ล้อกึ่งพ่วง



รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง

Truck Factor รถ 18 ล้อกึ่งพ่วง = 5×10^{-19} x (น้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง(kg))$^{4.102}$ (5.8)

5.2.4 รถบรรทุก 18 ล้อพ่วง

ทำการหาค่า EALF จากน้ำหนักเพลาแต่ละเพลาของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง แล้วนำผลรวมของค่า EALF มาเป็นค่า Truck Factor แต่เนื่องจากรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง เพลาที่ 4 และ 5 ของตัวรถพ่วงมีลักษณะเป็นเพลาเดี่ยวเหมือนเพลาหลังของรถบรรทุก 6 ล้อ ดังนั้นค่า Truck Factor ของรถบรรทุก 18 ล้อพ่วงสามารถหาได้จากผลรวมของค่า Truck Factor ของรถบรรทุก 10 ล้อ กับค่า EALF ของเพลาเดี่ยวทั้ง 2 ของตัวรถพ่วง ดังตัวอย่างที่ 4

ตัวอย่างที่ 4 การหาค่า Truck Factor สำหรับรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง น้ำหนักรถบรรทุกรวม 45.4 ตัน

น้ำหนักลงเพลาหน้า = 5.8 ตัน
น้ำหนักลงเพลาคู่หน้า (เพลาที่ 2,3) = 19.2 ตัน
น้ำหนักลงเพลาเดี่ยวหน้า (ตัวรถพ่วง) = น้ำหนักลงเพลาหลังรถบรรทุก 6 ล้อ น้ำหนักรวม 14.5 ตัน
= 10.2 ตัน
น้ำหนักลงเพลาเดี่ยวหลัง (ตัวรถพ่วง) = 10.2 ตัน

จากตารางที่ 2.1

ค่า EALF เพลาหน้า = 0.29
ค่า EALF เพลาคู่หน้า = 2.67
ค่า EALF เพลาเดี่ยวหน้า (ตัวรถพ่วง) = 2.67
ค่า EALF เพลาเดี่ยวหลัง (ตัวรถพ่วง) = 2.67
Truck Factor = $\sum$EALF = 0.29+2.67+2.67+2.67
= 8.30

หรือ รถบรรทุก 10 ล้อ น้ำหนักรถบรรทุกรวม 25 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 2.96
ค่า EALF เพลาเดี่ยวหน้า (ตัวรถพ่วง) = 2.67
ค่า EALF เพลาเดี่ยวหลัง (ตัวรถพ่วง) = 2.67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Truck Factor = Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ หนัก 25 ตัน +ค่า EALF ตัวรถพ่วง

= 2.96 + (2x2.67) = 8.30

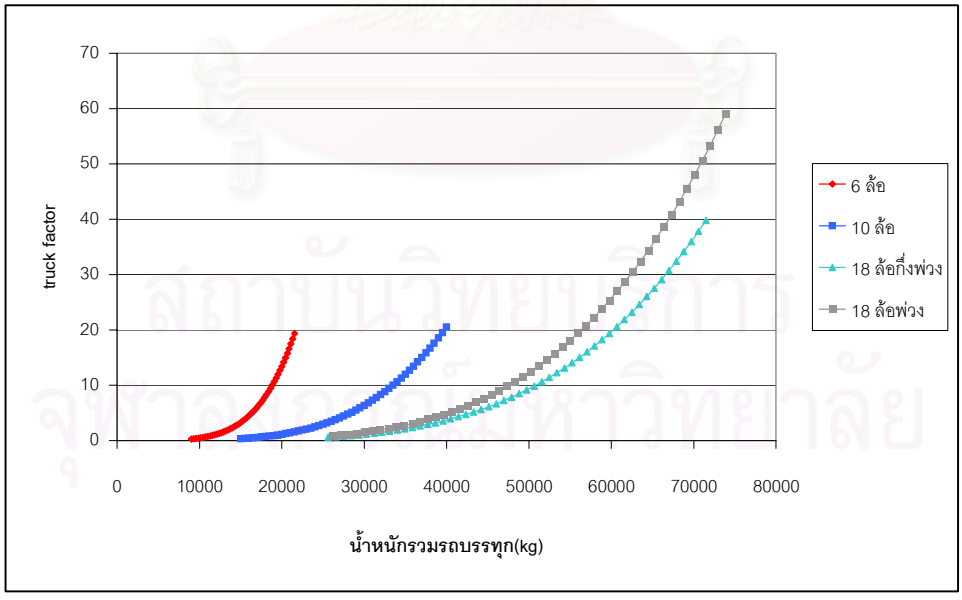
∴ รถบรรทุก 18 ล้อพ่วง น้ำหนักรถบรรทุกรวม 45.4 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 8.30

หลังจากนั้นหาค่า Truck Factor สำหรับน้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อพ่วงต่างๆ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กัน แสดงได้ดังรูปที่ 5.8 และจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ทำให้ได้สมการถดถอยดังสมการที่ 5.9

$$\text{Truck Factor รถ 18 ล้อพ่วง} = 7 \times 10^{-19} \times (\text{น้ำหนักรวมรถบรรทุก 18 ล้อพ่วง(kg)})^{4.091} \quad (5.9)$$

5.2.5 สรุปค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิด

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดที่พิกัดน้ำหนักต่างๆได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Truck Factor กับ พิกัดน้ำหนักรวมรถบรรทุก ชนิดต่างๆ

5.3 ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดในแต่ละกรณีศึกษา

จากข้อมูลโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศที่ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2541 ซึ่งถือเป็นสถานการณ์ที่สะท้อนการบรรทุกน้ำหนักในปัจจุบัน (กรณีศึกษาที่ 1) เมื่อมีการบังคับใช้พิกัดน้ำหนักบรรทุกตามกรณีศึกษาที่ 2, 3, 4 และ 5 โดยตั้งสมมติฐานว่าจะมีมาตรการการควบคุมทางกฎหมายที่เข้มงวด และไม่มีผู้ฝ่าฝืนกฎหมาย จะต้องทำการปรับข้อมูลรถบรรทุกที่ทำการบรรทุกเกินให้อยู่ในเกณฑ์น้ำหนักที่กฎหมายกำหนด โดยมีสมมติฐานว่าผู้ประกอบการจะไม่เปลี่ยนชนิดของรถบรรทุก ดังตัวอย่างที่ 5

ตัวอย่างที่ 5 การปรับปริมาณรถบรรทุกในกรณีศึกษาที่ 2 จังหวัด อยุธยา

จากข้อมูลโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศ จังหวัด อยุธยา มีปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อในกรณีศึกษาที่ 1 ตามช่วงน้ำหนักดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 1

รถบรรทุก	ช่วงพิกัดน้ำหนัก (kg)	น้ำหนักเฉลี่ยประจำช่วง (kg)	จำนวน (คัน)
10 ล้อ	<9,000 (รถเปล่า)	9,000	1
	9,001-12,000	10,500	1
	12,001-15,000	13,500	3
	15,001-18,000	16,500	0
	18,001-21,000	19,500	6
	21,001-24,000	22,500	4
	24,001-27,000	25,500	3
	27,001-30,000	28,500	6
	30,001-33,000	31,500	4
		รวม	28

เนื่องจากในกรณีศึกษาที่ 2 กำหนดพิกัดนำหนักรถบรรทุก 10 ล้อ ไม่เกิน 21 ตัน ดังนั้นจะต้องทำการปรับแก้ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อที่บรรทุกเกิน 21 ตัน จำนวน 17 คันให้อยู่ในพิกัดที่กำหนดดังนี้

รถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน มีน้ำหนักรถเปล่า 9 ตัน น้ำหนักสินค้า 12.0 ตัน

1. รถบรรทุก 10 ล้อ 22.5 ตัน มีน้ำหนักรถเปล่า 9 ตัน น้ำหนักสินค้า 13.5 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ 22.5 ตัน1 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน 13.5/12 = 1.125 คัน
∴ รถบรรทุก 10 ล้อ 22.5 ตัน4 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน 1.125 x 4 = 4.5 คัน

2. รถบรรทุก 10 ล้อ 25.5 ตัน มีน้ำหนักรถเปล่า 9 ตัน น้ำหนักสินค้า 16.5 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ 25.5 ตัน1 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน 16.5/12 = 1.375 คัน
∴ รถบรรทุก 10 ล้อ 25.5 ตัน3 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน1.375 x 3 = 4.13 คัน

3. รถบรรทุก 10 ล้อ 28.5 ตัน มีน้ำหนักรถเปล่า 9 ตัน น้ำหนักสินค้า 19.5 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ 28.5 ตัน1 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน 19.5/12 = 1.625 คัน
∴ รถบรรทุก 10 ล้อ 28.5 ตัน6 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ21.0 ตัน 1.625 x 6 = 9.75 คัน

4. รถบรรทุก 10 ล้อ 31.5 ตัน มีน้ำหนักรถเปล่า 9 ตัน น้ำหนักสินค้า 22.5 ตัน
รถบรรทุก 10 ล้อ 31.5 ตัน1 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21.0 ตัน 22.5/12 = 1.875 คัน
∴ รถบรรทุก 10 ล้อ 31.5 ตัน4 คัน เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ21.0 ตัน 1.875 x 4 = 7.5 คัน

รถบรรทุก 10 ล้อที่บรรทุกเกินพิกัดจำนวน 17 คัน
เทียบเท่ากับรถบรรทุก 10 ล้อ 21 ตันจำนวน = 4.5 + 4.13 + 9.75 + 7.5
= 25.88 ≈ 26 คัน
ดังนั้นจะมีรถบรรทุก 10 ล้อ ที่อยู่ในช่วงพิกัดน้ำหนัก 18000-21000 กิโลกรัมจำนวน 6 + 26 = 32 คัน

ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อที่ได้ทำการปรับแล้วสำหรับกรณีศึกษาที่ 2แสดงได้ดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 2

รถบรรทุก	ช่วงพิกัดน้ำหนัก (kg)	น้ำหนักเฉลี่ยประจำช่วง (kg)	จำนวน (คัน)
10 ล้อ	<9,000 (รถเปล่า)	9,000	1
	9,001-12,000	10,500	1
	12,001-15,000	13,500	3
	15,001-18,000	16,500	0
	18,001-21,000	19,500	32
		รวม	37

สำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ, 18 ล้อกึ่งพ่วง และ18 ล้อพ่วง สามารถคำนวณได้ในลักษณะเดียวกัน หลังจากนั้นทำการปรับปริมาณรถบรรทุก ในกรณีศึกษาที่เหลือทั้งหมด แสดงการปรับปริมาณรถบรรทุกแต่ละกรณีศึกษาในภาคผนวก ข

5.4 การกำหนด Factor ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุก ใน ADT

จากหัวข้อที่ 5.3 จะเห็นว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ปัจจุบัน (กรณีศึกษาที่ 1) ไปเป็นสถานการณ์ในกรณีศึกษาที่ 2 จะทำให้ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อไม่รวมรถเปล่า เพิ่มจาก 27 คัน เป็น 36 คัน ดังนั้นปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อใน ADT ซึ่งสะท้อนสถานการณ์ปัจจุบันจะต้องมีการปรับแก้ปริมาณรถบรรทุก ซึ่งสามารถคำนวณ Factor ปรับแก้สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อ ในกรณีศึกษาที่ 2 ได้เท่ากับ 36/27 = 1.33

หลังจากนั้นทำการหา Factor ปรับแก้รถบรรทุก แต่ละชนิดของทุกกรณีศึกษาได้ดังตารางที่ 5.14 และ 5.15 โดย Factor สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 จะเท่ากับ 1 ทุกค่า

จากตารางที่ 5.15 จะเห็นว่าค่า Factor ปรับแก้ ADT ที่คำนวณได้สำหรับกรณีศึกษาที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1 ทั้งหมด หมายความว่าถึงแม้จะมีการประกาศเพิ่มพิกัดน้ำหนักแต่ปริมาณการจราจรไม่เปลี่ยนแปลงไปจากสถานการณ์ปัจจุบัน เพราะเป็นการประกาศน้ำหนักที่สถานการณ์ปัจจุบันไม่มีรถบรรทุกน้ำหนักเกินกว่าพิกัดน้ำหนักที่กำหนด

ตารางที่ 5.14 แสดงค่า Factor ที่ใช้ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดใน ADT สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 และ 3

จังหวัด	Factor ADT Scenario 2				Factor ADT Scenario 3			
	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง
กำแพงเพชร	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00	1.00	1.13
ฉะเชิงเทรา	1.06	1.00	1.00	1.20	1.06	1.00	1.00	1.00
ชลบุรี	1.20	1.36	1.67	1.67	1.00	1.12	1.33	1.33
นครนายก	1.00	1.19	1.33	1.00	1.00	1.06	1.00	1.00
นครปฐม	1.04	1.23	1.00	1.33	1.00	1.09	1.00	1.17
นครราชสีมา	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
ประจวบคีรีขันธ์	1.00	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
แพร่	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรสาคร	1.06	1.06	1.00	1.00	1.00	1.06	1.00	1.00
สระแก้ว	1.00	1.08	1.00	1.50	1.00	1.08	1.00	1.50
สุพรรณบุรี	1.07	1.14	1.08	1.75	1.00	1.07	1.00	1.25
สุราษฎร์	1.00	1.04	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
อยุธยา	1.09	1.33	1.27	1.40	1.04	1.11	1.09	1.20

ตารางที่ 5.15 แสดงค่า Factor ที่ใช้ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดใน ADT สำหรับกรณีศึกษาที่ 4 และ 5

จังหวัด	Factor ADT Scenario 4				Factor ADT Scenario 5			
	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง
กำแพงเพชร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ฉะเชิงเทรา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ชลบุรี	1.00	1.03	1.33	1.33	1.00	1.00	1.00	1.00
นครนายก	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
นครปฐม	1.00	1.02	1.00	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00
นครราชสีมา	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ประจวบคีรีขันธ์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
แพร่	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สมุทรสาคร	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สระแก้ว	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สุพรรณบุรี	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
สุราษฎร์	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
อยุธยา	1.00	1.04	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00

5.5 ปริมาณรถบรรทุกเปล่า

จากข้อมูลการสำรวจปริมาณการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ ทางถนน เข้า – ออก จังหวัด เศรษฐกิจของกรมการขนส่งทางบก ปี พ.ศ.2542 แสดงร้อยละของรถเที่ยวเปล่าของรถบรรทุกแต่ละชนิดดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 แสดงร้อยละของรถเที่ยวเปล่าของรถบรรทุกแต่ละชนิด

ประเภทรถ	ร้อยละของรถเที่ยวเปล่า
รถบรรทุก 6 ล้อ	55
รถบรรทุก 10 ล้อ	40
รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง	40
รถบรรทุก 18 ล้อ	40

ที่มา : การสำรวจปริมาณการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆ ทางถนน เข้า – ออก จังหวัดเศรษฐกิจ กรมการขนส่งทางบก พ.ศ.2542

5.6 การคำนวณค่า Truck Factor ประจำจังหวัด

จากข้อมูลโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศซึ่งมีการเก็บข้อมูล จาก 13 จังหวัด และจะใช้ข้อมูลนี้เป็นตัวแทนในจังหวัดข้างเคียง ในการหาค่า Truck Factor ประจำจังหวัดต่างๆทั้ง 13 จังหวัด สามารถคำนวณได้จากการหาค่าเฉลี่ยของค่า Truck Factor แต่ละคันภายในจังหวัดนั้น แล้วใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นตัวแทน Truck Factor ประจำจังหวัด สามารถแสดงการคำนวณได้ดังตัวอย่างที่ 6 และ 7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างที่ 6 การคำนวณค่า Truck Factor สำหรับ Scenario ที่ 1 จังหวัด อยุธยา

จากข้อมูลโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศ จังหวัด อยุธยา มีปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อในกรณีศึกษาที่ 1 ไม่รวมรถเปล่า แบ่งตามช่วงน้ำหนักดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 1

รถบรรทุก	ช่วงพิกัดน้ำหนัก (kg)	จำนวน (คัน)	TruckFactor ประจำช่วง	Truck Factor
10 ล้อ	9,001-12,000	1	0.074	0.074
	12,001-15,000	3	0.202	0.606
	15,001-18,000	0	0.455	0.000
	18,001-21,000	6	0.901	5.406
	21,001-24,000	4	1.623	6.492
	24,001-27,000	3	2.722	8.166
	27,001-30,000	6	4.315	25.890
	30,001-33,000	4	6.536	26.144
	รวม	27	รวม	72.778

Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ เฉลี่ย (ไม่รวมรถเปล่า) = 72.778 / 27 = 2.695

จากตารางที่ 5.16 ในหัวข้อ 5.5 ปริมาณรถเปล่าของรถบรรทุก 10 ล้อคิดเป็นร้อยละ 40
น้ำหนักรถเปล่าเฉลี่ยประมาณ 9 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 0.034

Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ เฉลี่ย (รวมรถเปล่า) = (0.034 x 0.40) + (2.695 x 0.60)
= 1.631

∴ Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ ประจำจังหวัด อยุธยา ในกรณีศึกษาที่ 1 เท่ากับ 1.631

ตัวอย่างที่ 7 การคำนวณค่า Truck Factor สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 จังหวัด อยุธยา

จากการปรับปริมาณรถบรรทุกในกรณีศึกษาที่ 2 จังหวัด อยุธยา มีปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ ไม่รวมรถเปล่า แบ่งตามช่วงน้ำหนักดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 ปริมาณรถบรรทุก 10 ล้อ แบ่งตามช่วงพิกัดน้ำหนัก ในกรณีศึกษาที่ 2

รถบรรทุก	ช่วงพิกัดน้ำหนัก (kg)	จำนวน (คัน)	TruckFactor ประจำช่วง	Truck Factor
10 ล้อ	9,001-12,000	1	0.074	0.074
	12,001-15,000	3	0.202	0.606
	15,001-18,000	0	0.455	0.000
	18,001-21,000	32	0.901	28.832
	รวม	36	รวม	29.512

Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ เฉลี่ย (ไม่รวมรถเปล่า) = 29.512/36 = 0.819

จากตารางที่ 5.16 ในหัวข้อ 5.5 ปริมาณรถเปล่าของรถบรรทุก 10 ล้อคิดเป็นร้อยละ 40 น้ำหนักรถเปล่าเฉลี่ยประมาณ 9 ตัน มีค่า Truck Factor เท่ากับ 0.034

Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ เฉลี่ย (รวมรถเปล่า) = (0.034 x 0.40) + (0.819 x 0.60)

= 0.506

∴ Truck Factor รถบรรทุก 10 ล้อ ประจำจังหวัด อยุธยา ในกรณีศึกษาที่ 2 เท่ากับ 0.506

สำหรับรถบรรทุก ชนิดอื่นๆสามารถคำนวณได้ในลักษณะเดียวกัน หลังจากนั้นทำการหาค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิด สำหรับกรณีศึกษาต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 5.19, 5.20 และ 5.21

ตารางที่ 5.19 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 และ 2

จังหวัด	Truck Factor Scenario 1				Truck Factor Scenario 2			
	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง
กำแพงเพชร	0.058	0.181	1.506	2.373	0.058	0.181	0.772	1.291
ฉะเชิงเทรา	0.339	0.293	0.898	0.816	0.198	0.293	0.898	0.862
ชลบุรี	0.334	1.687	10.494	10.494	0.213	0.458	2.266	2.266
นครนายก	0.126	1.076	1.446	0.917	0.126	0.466	1.048	0.917
นครปฐม	0.221	1.236	1.015	4.732	0.199	0.479	1.015	1.723
นครราชสีมา	0.148	0.237	0.598	2.638	0.148	0.237	0.598	1.564
ประจวบคีรีขันธ์	0.082	0.369	0.612	1.899	0.082	0.317	0.612	1.899
แพร่	0.158	0.547	0.669	1.572	0.158	0.392	0.669	1.572
สมุทรสาคร	0.195	0.521	0.596	0.746	0.162	0.361	0.596	0.746
สระแก้ว	0.083	0.585	0.128	5.300	0.083	0.325	0.128	2.266
สุพรรณบุรี	0.233	0.781	1.571	7.963	0.191	0.406	1.166	2.266
สุราษฎร์	0.132	0.422	0.754	2.059	0.132	0.373	0.754	1.899
อยุธยา	0.410	1.631	2.893	6.457	0.221	0.506	1.110	2.011

ตารางที่ 5.20 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 และ 4

จังหวัด	Truck Factor Scenario 3				Truck Factor Scenario 4			
	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง
กำแพงเพชร	0.058	0.181	1.506	2.450	0.058	0.181	1.506	2.373
ฉะเชิงเทรา	0.284	0.293	0.898	0.816	0.339	0.293	0.898	0.816
ชลบุรี	0.334	1.129	5.116	5.116	0.334	1.476	8.476	8.476
นครนายก	0.126	0.840	1.446	0.917	0.126	1.009	1.446	0.917
นครปฐม	0.221	0.923	1.015	3.154	0.221	1.096	1.015	4.554
นครราชสีมา	0.148	0.237	0.598	2.638	0.148	0.237	0.598	2.638
ประจวบคีรีขันธ์	0.082	0.369	0.612	1.899	0.082	0.369	0.612	1.899
แพร่	0.158	0.547	0.669	1.572	0.158	0.547	0.669	1.572
สมุทรสาคร	0.195	0.531	0.596	0.746	0.195	0.521	0.596	0.746
สระแก้ว	0.083	0.593	0.128	4.556	0.083	0.585	0.128	5.300
สุพรรณบุรี	0.233	0.775	1.571	5.116	0.233	0.781	1.571	7.963
สุราษฎร์	0.132	0.422	0.754	2.059	0.132	0.422	0.754	2.059
อยุธยา	0.369	1.136	2.366	3.393	0.410	1.475	2.893	5.121

ตารางที่ 5.21 แสดงค่า Truck Factor ของรถบรรทุกแต่ละชนิดในจังหวัดต่างๆ สำหรับกรณีศึกษาที่ 5

จังหวัด	Truck Factor Scenario 5			
	6 ล้อ	10 ล้อ	18 ล้อกึ่งพ่วง	18 ล้อพ่วง
กำแพงเพชร	0.058	0.181	1.506	2.373
ฉะเชิงเทรา	0.339	0.293	0.898	0.816
ชลบุรี	0.334	1.687	10.494	10.494
นครนายก	0.126	1.076	1.446	0.917
นครปฐม	0.221	1.236	1.015	4.732
นครราชสีมา	0.148	0.237	0.598	2.638
ประจวบคีรีขันธ์	0.082	0.369	0.612	1.899
แพร่	0.158	0.547	0.669	1.572
สมุทรสาคร	0.195	0.521	0.596	0.746
สระแก้ว	0.083	0.585	0.128	5.300
สุพรรณบุรี	0.233	0.781	1.571	7.963
สุราษฎร์	0.132	0.422	0.754	2.059
อยุธยา	0.410	1.631	2.893	6.457

5.7 ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกในช่องจราจรที่ใช้ออกแบบ (Truck Distribution Factor)

เนื่องจากข้อมูลปริมาณการจราจร ADT ที่ใช้เป็นปริมาณการจราจรทั้ง 2 ทิศทาง ในการออกแบบช่องทางจะใช้ค่าปรับแก้ทิศทาง (Directional Factor: D) เท่ากับ 0.5 ซึ่งจะถือว่าทั้ง 2 ทิศทางมีปริมาณการจราจรเท่ากัน และในแต่ละทิศทางจะต้องทำการปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกในช่องจราจรที่ใช้ออกแบบด้วยค่า Truck Distribution Factor (T_D) สำหรับทางหลวง 2 ช่องจราจรต่อ 2 ทิศทาง มีค่า T_D เท่ากับ 1 หมายความว่าช่องทางในแต่ละทิศทางเป็นช่องทางที่ใช้ในการออกแบบ สำหรับทางหลวงที่มากกว่า 2 ช่องจราจรต่อ 2 ทิศทาง จากการศึกษาของ Darter et al. (1985) พบว่าค่า T_D จะขึ้นอยู่กับปริมาณ ADT ใน 1 ทิศทาง แสดงได้ดังตารางที่ 5.22

ตารางที่ 5.22 แสดงค่า Truck Distribution Factor สำหรับ Multiple Lane Highways

One – way ADT	Two lanes in each direction		Three or more lanes in each direction		
	Inner	Outer	Inner[a]	Center	Outer
2,000	6	94	6	12	82
4,000	12	88	6	18	76
6,000	15	85	7	21	72
8,000	18	82	7	23	70
10,000	19	81	7	25	68
15,000	23	77	7	28	65
20,000	25	75	7	30	63
25,000	27	73	7	32	61
30,000	28	72	8	33	59
35,000	30	70	8	34	58
40,000	31	69	8	35	57
50,000	33	67	8	37	55
60,000	34	66	8	39	53
70,000	-	-	8	40	52
80,000	-	-	8	41	51
100,000	-	-	9	42	49

[a] Combined inner one or more lanes

ที่มา : Darter et. al. (1985)

5.8 ปริมาณการจราจรตลอดอายุการใช้งาน

จากข้อมูลการวางแผนก่อสร้างและบูรณะทางหลวงของกองวางแผน และประวัติการบูรณะเส้นทางของกองบำรุงกรมทางหลวง ทำให้ทราบปีบูรณะครั้งล่าสุดและอายุที่ใช้ออกแบบของถนนเส้นนั้น

เมื่อทราบอายุถนนที่ใช้ออกแบบแล้วจะทำการหาปริมาณจราจรตลอดอายุการใช้งานของถนนโดยอาศัยค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ของรถบรรทุกแต่ละชนิดที่ได้ทำการคาดคะเนไว้ในบทที่ 4 โดยทำการรวมค่า ADT ในช่วงปีที่ถนนออกแบบไว้ใช้งานคูณด้วยจำนวนวัน 365 วันต่อปีเป็น

จำนวนรถบรรทุกทั้งหมดที่วิ่งผ่านถนนเส้นนั้นตลอดอายุที่ออกแบบแยกตามชนิดรถบรรทุก สามารถแสดงได้ดังตัวอย่างที่ 8

ตัวอย่างที่ 8 ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ระยะทาง 20 กิโลเมตร ชนิดผิวทาง แอสฟัลท์คอนกรีต4 ช่องจราจร ทำการบูรณะในปี พ.ศ.2544 อายุออกแบบ 15 ปี

ถนนสายนี้ออกแบบให้สามารถใช้บริการถึงปี พ.ศ. 2559

จากบทที่ 4 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2559 แยกตามชนิดรถบรรทุกแสดงได้ดังตารางที่ 5.23

ตารางที่ 5.23 แสดงปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 – 2559 แยกตามชนิดรถบรรทุกของทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี

ปี	รถบรรทุก 6 ล้อ (คันต่อวัน)	รถบรรทุก 10 ล้อ (คันต่อวัน)	รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง (คันต่อวัน)	รถบรรทุก 18 ล้อพ่วง (คันต่อวัน)
2545	697	3,578	1,406	1,278
2546	737	3,801	1,493	1,358
2547	779	4,037	1,586	1,442
2548	824	4,288	1,685	1,532
2549	871	4,555	1,790	1,627
2550	916	4,806	1,888	1,717
2551	963	5,070	1,992	1,811
2552	1,013	5,349	2,102	1,911
2553	1,066	5,643	2,217	2,016
2554	1,121	5,954	2,339	2,127
2555	1,179	6,282	2,468	2,244
2556	1,240	6,627	2,604	2,367
2557	1,304	6,992	2,747	2,497
2558	1,371	7,376	2,898	2,635
2559	1,442	7,782	3,058	2,780
รวม (ΣADT)	15,521	82,141	32,273	29,340

∴ รถบรรทุก 6 ล้อตลอดอายุการใช้งาน = 15,521 x 365 = 5,665,165 คัน

รถบรรทุก 10 ล้อตลอดอายุการใช้งาน = 82,141 x 365 = 29,981,465 คัน

รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงตลอดอายุการใช้งาน = 32,273 x 365 = 11,779,645 คัน

รถบรรทุก 18 ล้อพ่วงตลอดอายุการใช้งาน = 29,340 x 365 = 10,709,100 คัน

5.9 มาตรการการใช้กฎหมายบังคับในแต่ละกรณีศึกษา

ในการวิเคราะห์ผลกระทบต่อผิวทางแอสฟัลท์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกนั้น จะเป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า ข้อบังคับใช้ทางกฎหมายจะเริ่มกำหนดใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 โดยตั้งแต่ปีปัจจุบันถึงปี พ.ศ. 2547 จะอยู่ในขั้นตอนการเตรียมความพร้อมทั้งทางด้านกฎหมายและฝ่ายผู้ประกอบการรถบรรทุกที่จะปรับเปลี่ยนรถหรือวิธีการดำเนินการขนส่งให้รองรับกฎหมายที่กำหนด

ดังนั้นปริมาณจราจรของรถบรรทุกในหัวข้อที่ 5.8 ต้องทำการแบ่งเป็นสองช่วงคือช่วงก่อนปี พ.ศ.2547 และช่วงหลังปี พ.ศ. 2547 จากตัวอย่างที่ 8 สามารถแบ่งปริมาณจราจรของรถบรรทุกแต่ละชนิดตามช่วงปีบนทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ดังตารางที่ 5.24

ตารางที่ 5.24 แสดงปริมาณจราจรของรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุใช้งานตามช่วงปีบนทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี

รถบรรทุก	ก่อนปี 2547		ตั้งแต่ปี 2547 เป็นต้นไป	
	ΣADT(คันต่อวัน)	ΣADT X 365 (คัน)	ΣADT(คันต่อวัน)	ΣADT X 365 (คัน)
6 ล้อ	1,434	523,410	14,089	5,142,485
10 ล้อ	7,379	2,693,335	74,762	27,288,130
18 ล้อกึ่งพ่วง	2,899	1,058,135	29,374	10,721,510
18 ล้อพ่วง	2,635	961,775	26,705	9,747,325

5.10 การคำนวณค่า Equivalent Single Axle Load: ESAL

ค่า ESAL คือ ค่าผลรวมของจำนวนเที่ยวของเพลามาตรฐาน 18,000 ปอนด์ ที่วิ่งผ่านบนถนนตลอดอายุการใช้งานที่ได้ทำการออกแบบไว้ ได้จากผลรวมของปริมาณจราจรตลอดอายุการใช้งานของรถบรรทุกแต่ละชนิดในช่องทางออกแบบคูณด้วยค่า Truck Factor หรือสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5.10

$$ESAL = \sum\{(\text{ปริมาณการจราจรตลอดอายุการใช้งานในช่องทางออกแบบ}) \times \text{Truck Factor}\}$$

$$= \sum\{(\text{ปริมาณการจราจรตลอดอายุการใช้งาน} \times D \times T_D) \times \text{Truck Factor}\} \quad (5.10)$$

เมื่อ D คือ ค่าปรับแก้ทิศทาง (Directional Factor)

T_D คือ ค่าปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกในช่องทางออกแบบ (Truck Distribution Factor)

แต่เนื่องจากในแต่ละกรณีศึกษาเมื่อมีการปรับเปลี่ยนพิกัดน้ำหนักมาตรฐานแล้วจะทำให้ปริมาณรถบรรทุกใน ADT เปลี่ยนไปด้วย ดังนั้นจะต้องมีการคูณ Factor ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใน ADT ดังที่ได้กล่าวในหัวข้อ 5.4 ดังนั้นจะสามารถคำนวณ ESAL ในแต่ละกรณีศึกษาได้ดังสมการที่ 5.11

$$ESAL = \sum\{(\text{ปริมาณการจราจรตลอดอายุการใช้งาน} \times \text{Factor ปรับ ADT} \times D \times T_D) \times \text{Truck Factor}\} \quad (5.11)$$

สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังตัวอย่างที่ 9

ตัวอย่างที่ 9 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่า ESAL สำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ระยะทาง 20 กิโลเมตร ชนิดผิวทางแอสฟัลท์คอนกรีต4 ช่องจราจร ทำการบูรณะในปี พ.ศ.2544 อายุออกแบบ 15 ปี

เนื่องจากทางหลวงเส้นนี้อยู่ในเขตจังหวัดอยุธยา ภาคกลาง จึงใช้ข้อมูล Factor ปรับแก้จากตารางที่ 5.14 และ 5.15 และข้อมูล Truck Factor จากตารางที่ 5.19 ถึง 5.21 ตามจังหวัดอยุธยา

1. การคำนวณหาปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งาน

เนื่องจากสมมติฐานว่ามาตรการทางกฎหมายมีผลบังคับใช้ในปี พ.ศ. 2547 ดังนั้นจะใช้ค่า Factor ปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกใน ADT กับปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตั้งแต่ปี พ.ศ 2547 สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 ค่า Factor ปรับแก้เท่ากับ 1 ปริมาณรถบรรทุกจึงเท่ากับที่แสดงในตารางที่ 5.24 สำหรับกรณีศึกษาอื่น ๆ ค่า Factor ปรับแก้จะเปลี่ยนไป เช่นกรณีศึกษาที่ 3 แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งานดังตารางที่ 5.25

ตารางที่ 5.25 แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งานสำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9

ชนิดรถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุก		Factor ปรับแก้ ADT	ปรับแก้ปริมาณรถ ปี 2547 เป็นต้นไป	ปริมาณรถ ทั้งหมด
	ก่อนปี 2547	ปี2547เป็นต้นไป			
6 ล้อ	523,410	5,142,485	1.04	5,348,184	5,871,594
10 ล้อ	2,693,335	27,288,130	1.11	30,289,824	32,983,159
18 ล้อกึ่งพ่วง	1,058,135	10,721,510	1.09	11,686,446	12,744,581
18 ล้อพ่วง	961,775	9,747,325	1.20	11,696,790	12,658,565

หลังจากนั้นทำการคำนวณปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งานทุกกรณีศึกษาแสดงผลดังตารางที่ 5.26

ตารางที่ 5.26 แสดงปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุการใช้งานสำหรับทุกกรณีศึกษาในตัวอย่างที่ 9

ชนิดรถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุใช้งาน				
	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4	กรณีศึกษา 5
6 ล้อ	5,665,165	6,128,719	5,871,594	5,665,895	5,665,165
10 ล้อ	29,981,465	38,986,548	32,983,159	31,072,990	29,981,465
18 ล้อกึ่งพ่วง	11,779,645	14,674,453	12,744,581	11,779,645	11,779,645
18 ล้อพ่วง	10,709,100	14,608,030	12,658,565	11,683,833	10,709,100

2. การคำนวณค่า ESAL

ทางหลวงเส้นนี้เป็นทางหลวง 4 ช่องจราจรปริมาณการจราจรทั้งหมดในทิศทางเดียวต่อวัน (One way ADT) เท่ากับ 5,250 คัน จากตารางที่ 5.22 ค่า Truck Distribution Factor (T_D) เท่ากับ 0.85 และค่า Directional Factor เท่ากับ 0.5 ทำการคำนวณค่า ESAL จากสมการที่ 11 สามารถแสดงการคำนวณค่า ESAL สำหรับ Scenario ที่ 3 ดังตารางที่ 5.27

ตารางที่ 5.27 แสดงการคำนวณค่า ESAL สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9

รถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุก (คัน) (1)	Truck Factor (2)	ESAL (1) x (2) x 0.5 x 0.85
6 ล้อ	5,871,594	0.369	920,813
10 ล้อ	32,983,159	1.136	15,924,269
18 ล้อกึ่งพ่วง	12,744,581	2.366	12,815,313
18 ล้อพ่วง	12,658,565	3.393	18,253,967
		Total ESAL	47,914,363

หลังจากนั้นทำการคำนวณค่า ESAL สำหรับทุกกรณีศึกษา แสดงผลดังตารางที่ 5.28

ตารางที่ 5.28 แสดงค่า ESAL สำหรับทุกกรณีศึกษา ในตัวอย่างที่ 9

กรณีศึกษา	Equivalent Single Axle Load (ESAL)
1	65,644,564
2	28,387,226
3	47,914,363
4	60,335,283
5	65,644,564

จากตารางที่5.28 พบว่าในกรณีศึกษาที่ 1 จะมีค่า ESAL เท่ากับกรณีศึกษาที่ 5 แสดงว่าพิกัดน้ำหนักที่กำหนดในกรณีศึกษาที่ 5 เสมือนกับสถานการณ์ในปัจจุบันที่มีการบรรทุกเกินพิกัดน้ำหนักแต่ไม่เกินกว่าพิกัดน้ำหนักในกรณีศึกษา ที่ 5

5.11 การคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ในการออกแบบ

เนื่องจากปริมาณการจราจรในปัจจุบันเป็นปริมาณการจราจรที่มีการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดที่กฎหมายกำหนด แต่ถนนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทำการออกแบบก่อสร้างโดยกำหนดว่ารถบรรทุกที่วิ่งผ่านบนถนนเส้นนั้นจะเป็นไปตามพิกัดน้ำหนักตามกฎหมาย จึงต้องทำการหาปริมาณรถบรรทุกที่ใช้ออกแบบโดยทำการปรับแก้ปริมาณรถบรรทุกในปัจจุบันด้วย Factor ปรับแก้ค่า ADT ตามกรณีศึกษาที่ 2 (เนื่องจากเป็นกรณีศึกษาที่ผู้ประกอบการรถบรรทุกปฏิบัติตามกฎหมายแต่มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547) ตลอดอายุการใช้งานโดยไม่ต้องทำการแบ่งช่วงปีก่อนและหลัง พ.ศ. 2547 และใช้ค่า Truck Factor ตามกรณีศึกษา ที่ 2 ด้วย สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังตัวอย่างที่ 10

ตัวอย่างที่ 10 แสดงการคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ในการออกแบบสำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอนทางเลี่ยงเมืองสระบุรี

1. ปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งานที่ใช้ในการออกแบบ

จากตารางที่ 5.26 จะได้ปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งาน ในกรณีศึกษา ที่ 1
จากตารางที่ 5.14 จะได้ค่า Factor ปรับแก้ ADT สำหรับกรณีศึกษา ที่ 2
แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งานที่ใช้ในการออกแบบดังตารางที่ 5.29

ตารางที่ 5.29 แสดงการคำนวณปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งานที่ใช้ในการออกแบบในตัวอย่างที่ 10

รถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดตลอดอายุใช้งานสำหรับกรณีศึกษา ที่ 1	Factor ปรับแก้ ADT	ปริมาณรถบรรทุกตลอดอายุการใช้งานที่ใช้ในการออกแบบ
6 ล้อ	5,665,165	1.087	6,157,788
10 ล้อ	29,981,465	1.333	39,975,287
18 ล้อกึ่งพ่วง	11,779,645	1.273	14,992,275
18 ล้อพ่วง	10,709,100	1.400	14,992,740

2. การคำนวณค่า ESAL

จากตัวอย่างที่ 9 ค่า Truck Distribution Factor (T_D) เท่ากับ 0.85 และค่า Directional Factor เท่ากับ 0.5 ทำการคำนวณค่า ESAL จากสมการที่ 11 สามารถแสดงการคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ในการออกแบบได้ดังตารางที่ 5.30

ตารางที่ 5.30 แสดงการคำนวณค่า ESAL สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 ในตัวอย่างที่ 9

รถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุก (คัน)	Truck Factor	ESAL
	(1)	(2)	(1) x (2) x 0.5 x 0.85
6 ล้อ	6,157,788	0.221	578,370
10 ล้อ	39,975,287	0.506	8,596,685
18 ล้อกึ่งพ่วง	14,992,275	1.110	7,072,606
18 ล้อพ่วง	14,992,740	2.011	12,813,920
		Total ESAL	29,061,582

∴ ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี
มีค่า ESAL ในการออกแบบ เท่ากับ 29,061,582 ESALs

5.12 การคำนวณสัดส่วน ESAL และหาอายุใช้งานของถนน

สัดส่วน ESAL เป็นสัดส่วนระหว่างค่า ESAL ในแต่ละกรณีศึกษา กับ ESAL ที่ใช้ในการออกแบบดังสมการที่ 5.12 มีประโยชน์ในการหาอายุใช้งานของถนน โดยนำค่าอายุออกแบบของถนนไปหารด้วย สัดส่วน ESAL ดังสมการที่ 5.13

สัดส่วน ESAL = (ESAL ในแต่ละกรณีศึกษา) / (ESAL ที่ใช้ออกแบบ) (5.12)

อายุการใช้งานจริง = อายุออกแบบ / สัดส่วน ESAL (5.13)

จากสมการที่ 5.13 จะเห็นว่าอายุการใช้งานจริงขึ้นอยู่กับค่าสัดส่วน ESAL โดยแปรผกผันซึ่งกันและกัน หากค่าสัดส่วน ESAL มีค่ามากขึ้นจะทำให้อายุการใช้งานจริงน้อยลงกว่าอายุออกแบบ

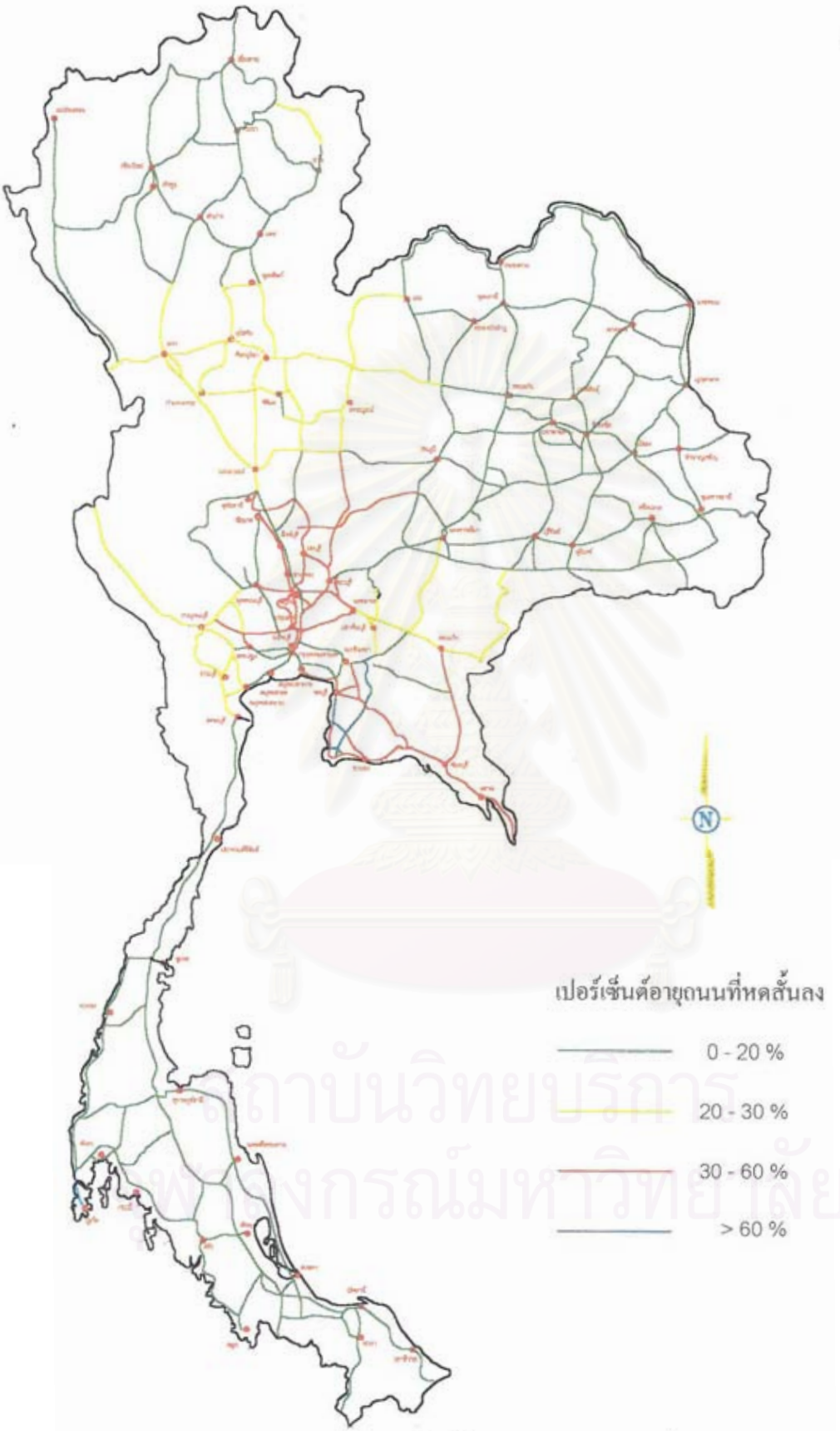
จากตัวอย่างที่ 9 และ 10 สามารถคำนวณหาสัดส่วน ESAL และอายุการใช้งานใน แต่ละกรณีศึกษาของทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ซึ่งมีอายุออกแบบ 15 ปี และมี ESAL ที่ใช้ออกแบบ เท่ากับ 29,061,582 ESALs แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 5.31

ตารางที่ 5.31 แสดงสัดส่วน ESAL และอายุใช้งานในแต่ละกรณีศึกษาสำหรับตัวอย่าง ทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี

กรณีศึกษา	ESAL	สัดส่วน ESAL	อายุใช้งานจริง (ปี)	อายุหดสั้นลง (ปี)	อายุหดสั้นลง (%)
1	65,644,564	2.260	6.64 ≈ 7	≈8	55.75
2	28,387,226	0.977	15.35 ≈ 15	0	0.00
3	47,914,363	1.651	9.09 ≈ 9	≈6	39.43
4	60,335,283	2.077	7.22 ≈ 7	≈8	51.85
5	65,644,564	2.260	6.64 ≈ 7	≈8	55.75

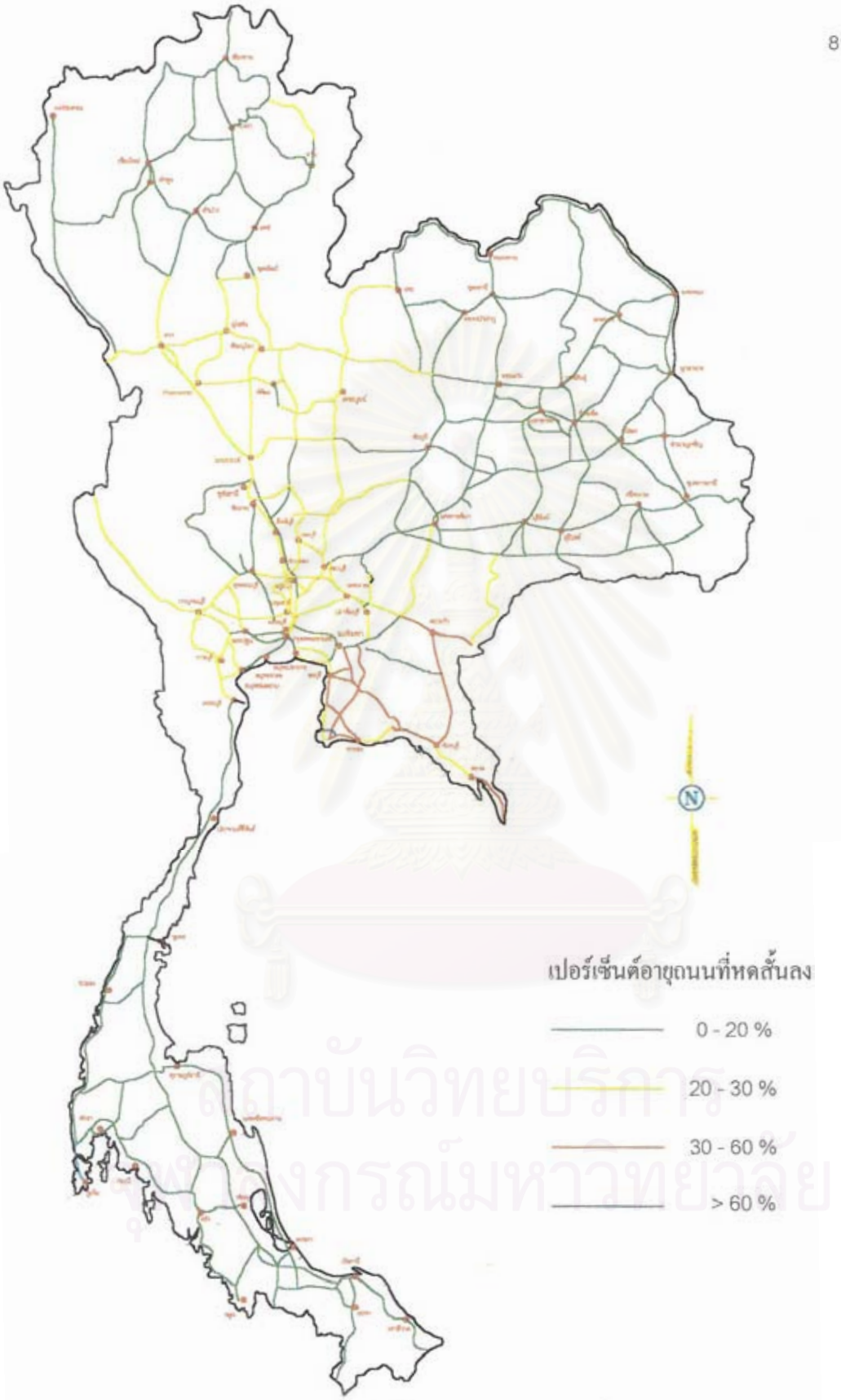
จากตารางที่ 5.31 จะเห็นว่า ค่าสัดส่วน ESAL ในกรณีศึกษาที่ 2 จะมีค่าน้อยที่สุด และน้อยกว่า 1 ทำให้การคำนวณอายุการใช้งานจริงเท่ากับ 15.35 ปี ซึ่งมากกว่าอายุออกแบบคือ 15 ปี แต่ในความเป็นจริงแล้วอายุของถนนไม่ได้ขึ้นกับปริมาณรถบรรทุกและน้ำหนักบรรทุกเพียงอย่างเดียวยังรวมถึงสภาพอากาศและอายุของวัสดุอีกด้วย ดังนั้นถนนจึงมีอายุใช้งานไม่เกินกว่าที่ออกแบบไว้คือ 15 ปี

เมื่อทำการหาอายุใช้งานที่หดสั้นลงของโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา นำมาจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์อายุการใช้งานที่หดสั้นลงแยกตามกรณีศึกษา (ยกเว้นกรณีศึกษาที่ 2 เนื่องจากทุกเส้นทางบนโครงข่ายทางหลวงอายุใช้งานจริงเท่ากับที่ได้ออกแบบไว้) สามารถแสดงผลดังรูปที่ 5.10 ถึง 5.13

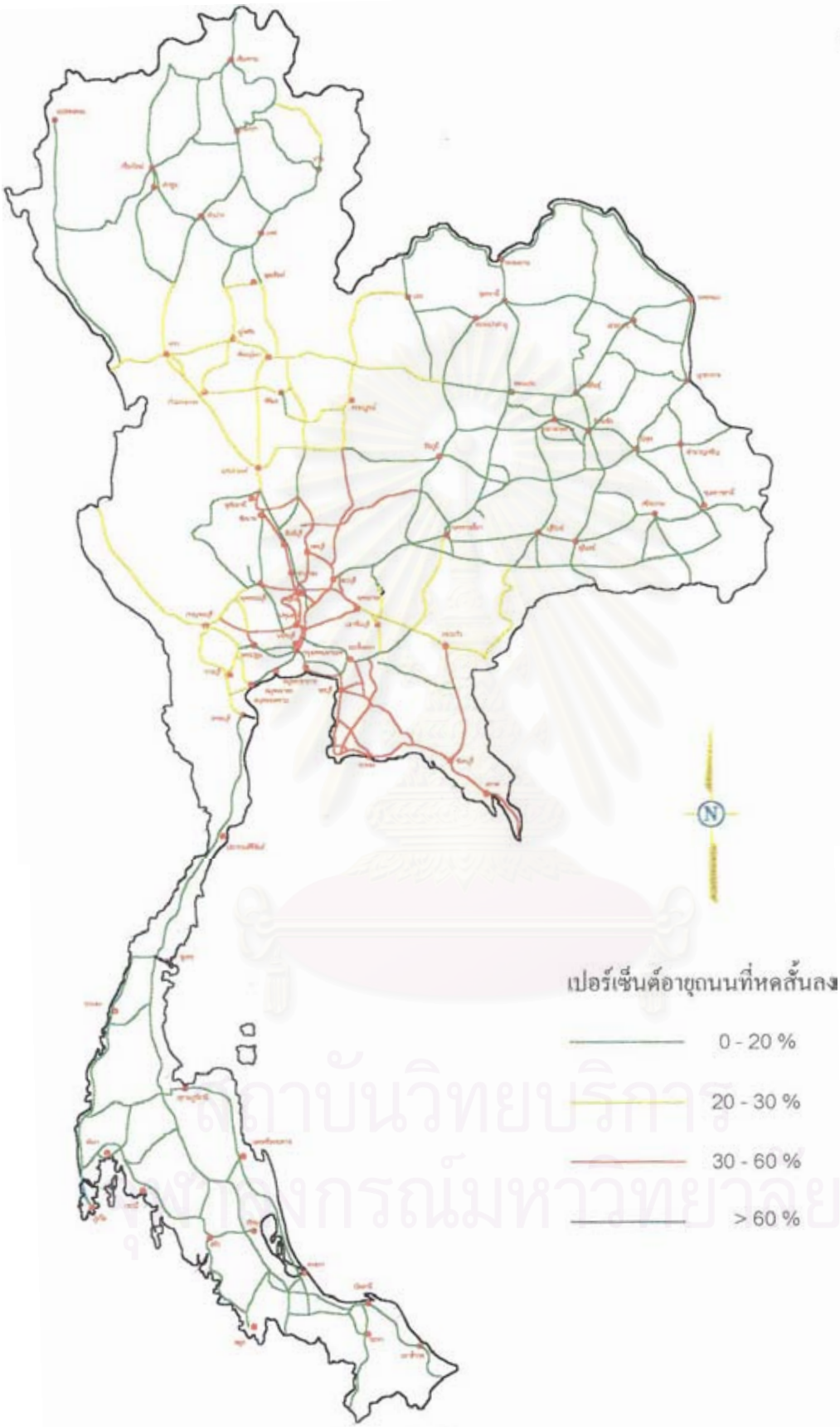


รูปที่ 5.10 การจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์อายุถนนที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 1

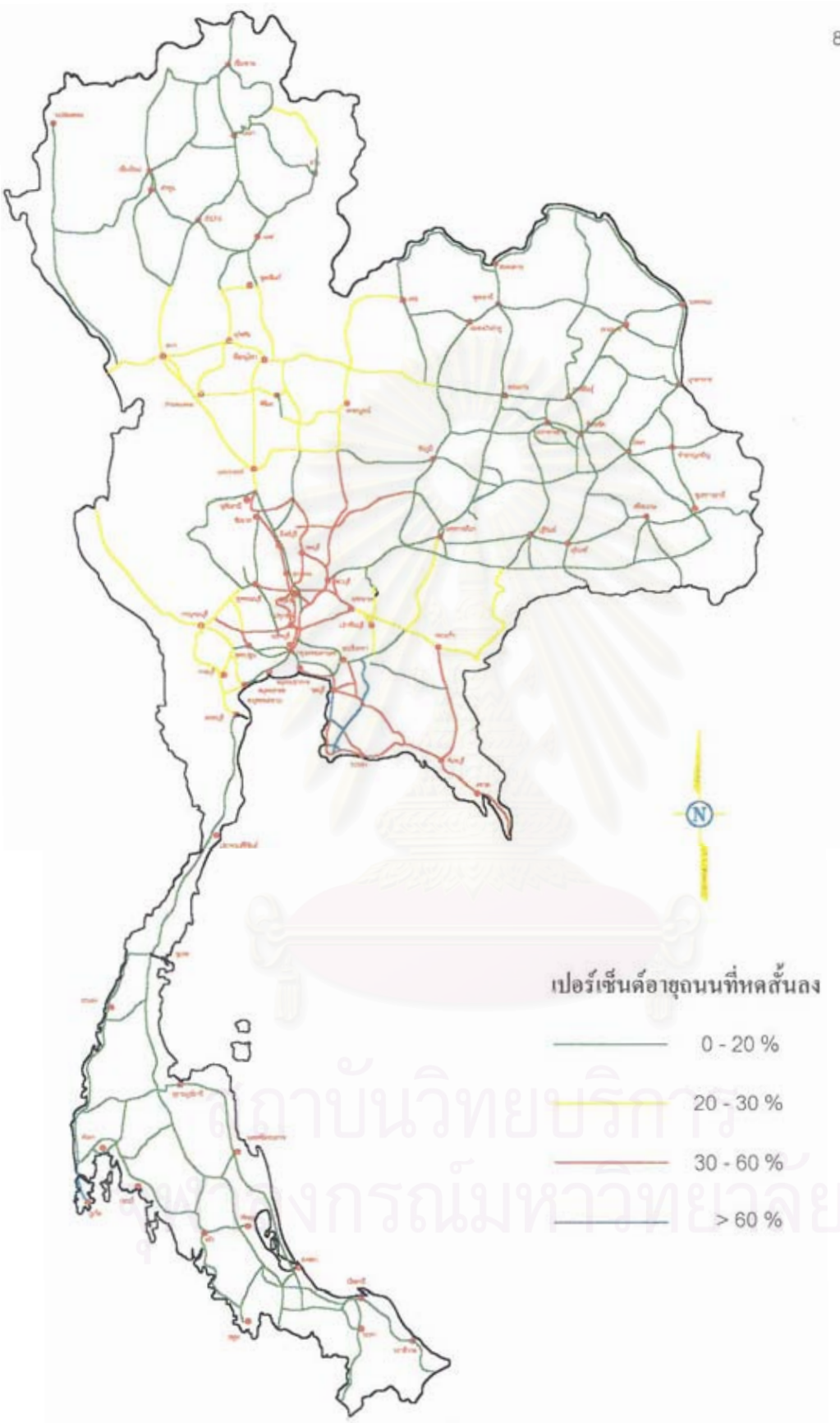
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.11 การจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์อายุถนนที่หดสั้นลงสำหรับกรณีศึกษาที่ 3



รูปที่ 5.12 การจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์อายุถนนที่หดสั้นลงบนสำหรับกรณีศึกษาที่ 4



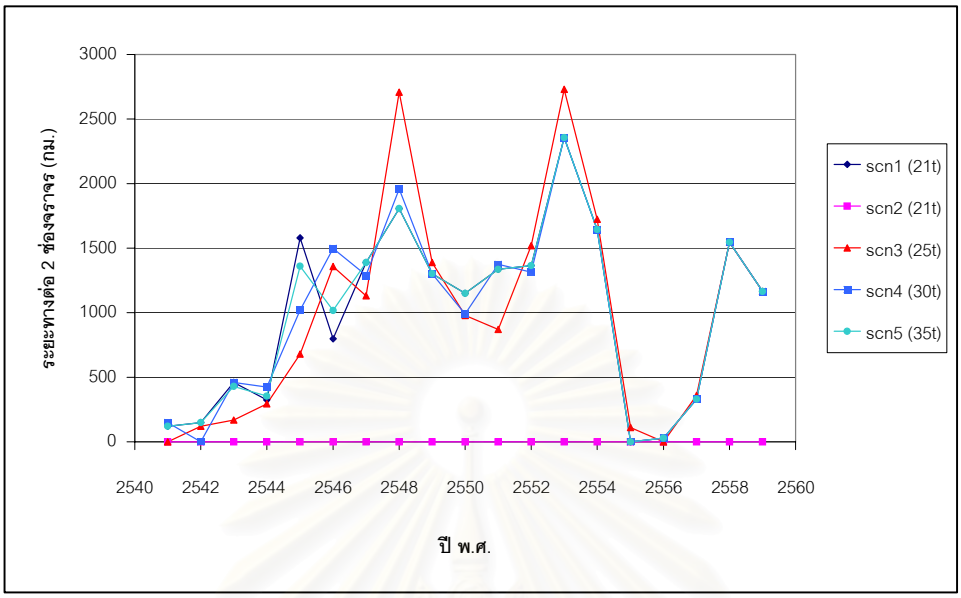
รูปที่ 5.13 การจัดกลุ่มเปอร์เซ็นต์อายุถนนที่หดสั้นลงบนสำหรับกรณีศึกษาที่ 5

นอกจากนี้ยังสามารถหาระยะทางของถนนที่จะต้องทำการบูรณะโดยวิธีเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปีจากระยะทางทั้งหมด 18,853 กิโลเมตร ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.32 หรือดังรูปที่ 5.14

ตารางที่ 5.32 แสดงระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร(กม.)ที่ต้องทำการบูรณะโดยวิธีเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปีแยกตามกรณีศึกษา

ปี	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4	กรณีศึกษา 5
2541	120	-	0	150	120
2542	150	-	120	0	150
2543	460	-	170	460	430
2544	325	-	295	425	355
2545	1,580	-	680	1,020	1,360
2546	798	-	1,358	1,408	1,018
2547	1,390	-	1,130	1,290	1,390
2548	1,807	-	2,707	1,877	1,807
2549	1,303	-	1,388	1,303	1,303
2550	1,150	-	980	1,080	1,150
2551	1,335	-	870	1,375	1,335
2552	1,365	-	1,520	1,395	1,365
2553	2,355	-	2,730	2,355	2,355
2554	1,645	-	1,725	1,645	1,645
2555	-	-	110	-	-
2556	30	-	-	30	30
2557	330	-	360	330	330
2558	1,545	-	1,545	1,545	1,545
2559	1,165	-	1,165	1,165	1,165
รวม	18,853	-	18,853	18,853	18,853

สำหรับในกรณีศึกษาที่ 2 นั้นอายุใช้งานจริงเท่ากับอายุออกแบบจึงไม่มีการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนกำหนดมีเพียงแต่การก่อสร้างถนนใหม่เมื่ออายุใช้งานถนนหมดลงเท่านั้น จากตารางที่ 5.32 จะพบว่าในแต่ละปี จะทำการเสริมผิวแอสฟัลท์ไม่เท่ากันแต่ถ้าพิจารณาถนนที่ต้องทำการเสริมผิวแอสฟัลท์รวมในช่วงปี พ.ศ. 2541 ถึง 2559 จะต้องทำการเสริมเป็นระยะทางเท่ากันคือ 18,853 กิโลเมตร

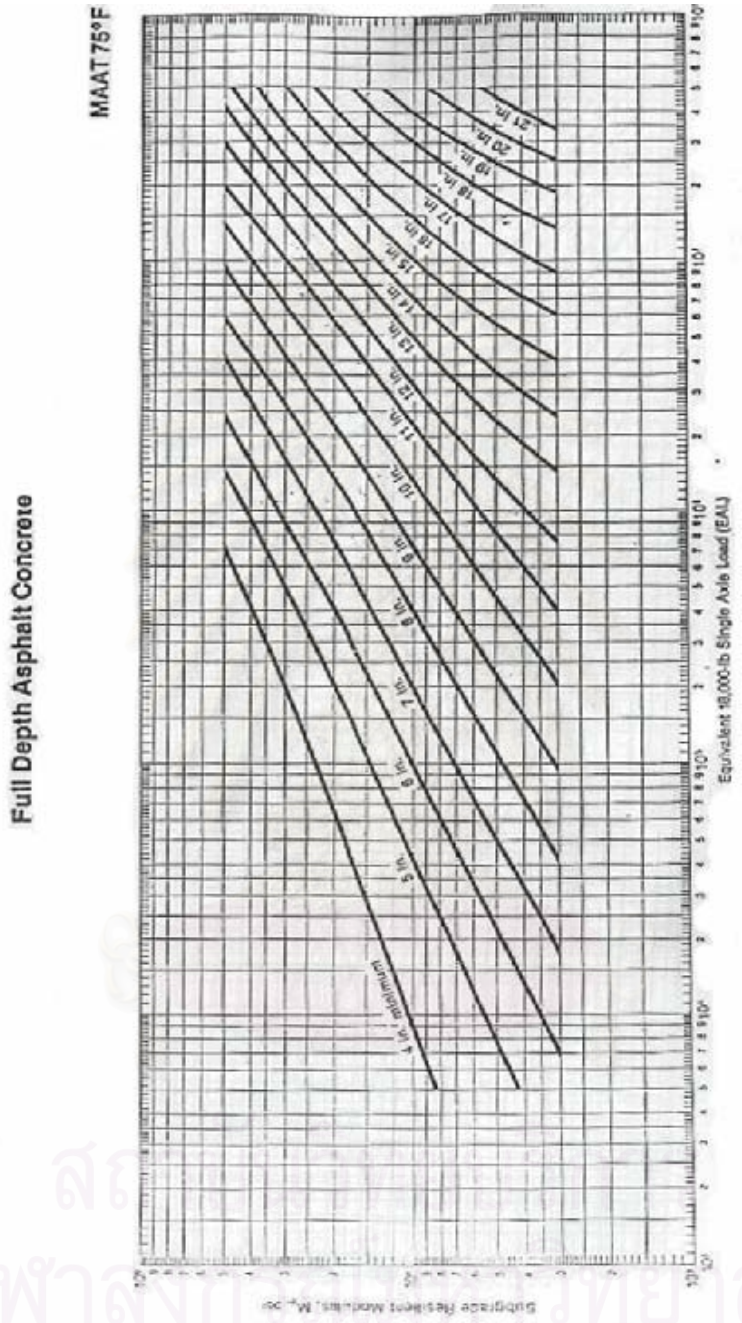


รูปที่ 5.14 แสดงระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร(กม.)ที่ต้องทำการบูรณะโดยวิธีเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปี แยกตามกรณีศึกษา

5.13 การออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์ (Design of Overlays)

จะเห็นว่าเมื่อทำการคำนวณหาอายุใช้งานจริง หรืออายุใช้งานที่หดสั้นลงได้ ก็จะทราบถึงปีที่จะต้องทำการบูรณะซ่อมแซมก่อนกำหนดโดยการเสริมผิวแอสฟัลท์ การเสริมผิวแอสฟัลท์มีวัตถุประสงค์เพื่อยืดอายุการใช้งานของถนนออกไปจนถึงปีที่ได้ทำการออกแบบไว้ หรือรองรับปริมาณการจราจรจากปีที่เสริมผิวจนถึงปีที่ได้ทำการออกแบบเช่น ถนนออกแบบให้มีอายุใช้งาน 15 ปี แต่อายุหดสั้นลง 8 ปี (อายุใช้งานจริงเพียง 7 ปี) ต้องทำการเสริมผิว ณ ปีที่ 7 รองรับปริมาณการจราจรอีก 8 ปี ข้างหน้า เพื่อให้อายุถนนเท่ากับ 15 ปี เหมือนที่ได้ออกแบบไว้ตอนแรก

การเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละกรณีศึกษานั้น มีความหมายว่าจะทำการเสริมผิวเพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่รถบรรทุกบรรทุกตามพิกัดในแต่ละกรณีศึกษานั้นๆ โดยอาศัยวิธีการออกแบบของ The Asphalt Institute จาก Design Chart เพื่อหาความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตเต็มความลึก (Full Depth Asphalt Concrete) ดังรูปที่ 5.15 ปูทับถนนเดิมที่หมดอายุการใช้งาน



รูปที่ 5.15 แสดง Design Chart เพื่อหาความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตเต็มความลึก (Full Depth Asphalt Concrete) ณ สภาพแวดล้อมอุณหภูมิ 24° C หรือ 75° F (ที่มา : The Asphalt Institute, Manual series No.1, 9th Edition (1981))

ในการหาความหนาของแอสฟัลท์คอนกรีตเต็มความลึก (Full Depth Asphalt Concrete) จาก Design Chart จะกำหนดให้สภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิ 24° C หรือ 75° F เนื่องจากเป็นอุณหภูมิสูงสุดที่มีใน Design Chart เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยซึ่งจัดว่าอยู่ในเขตร้อน นอกจากนี้จะต้องอาศัยค่า ESAL และค่า Resilient Modulus (Mr) ของวัสดุชั้นทางซึ่งหาได้จากค่า California Bearing Ratio (CBR) มีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 5.14

$$Mr\ (psi) = 1500\ CBR \qquad (5.14)$$

จากรายงานโครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจรของกรมทางหลวงทำให้ทราบค่า CBR เฉลี่ย แบ่งตามภูมิภาค และสามารถคำนวณค่า Mr ได้ดังตารางที่ 5.33

ตารางที่ 5.33 แสดงค่า CBR และ ค่า Mr แบ่งตามภูมิภาค

ภูมิภาค	CBR	Mr (psi)
กรุงเทพมหานคร	8	12,000
ปริมณฑล	8	12,000
ภาคกลาง	10	15,000
ภาคตะวันตก	10	15,000
ภาคตะวันออก	6	9,000
ภาคใต้ตอนบน	6	9,000
ภาคใต้ตอนล่าง	6	9,000
ภาคเหนือตอนบน	6	9,000
ภาคเหนือตอนล่าง	8	12,000
ภาคอีสานตอนบน	6	9,000
ภาคอีสานตอนล่าง	8	12,000

ที่มา : โครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจร กรมทางหลวง

สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์ได้ดังตัวอย่างที่ 12

ตัวอย่างที่ 12 แสดงการคำนวณออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์สำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรีซึ่งทำการบูรณะในปี พ.ศ.2544 อายุออกแบบ 15 ปี

ในการออกแบบจะต้องทำการบูรณะครั้งต่อไปในปี พ.ศ. 2559
จากตารางที่ 5.31 กรณีศึกษาที่ 1 อายุถนนหดสั้นลง 8 ปี ต้องทำการบูรณะซ่อมแซมเร็วขึ้นเป็นปี พ.ศ. 2551

1. หาปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดช่วงปี พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ.2559

จากตารางที่ 5.23 จะได้ปริมาณรถบรรทุกแต่ละชนิดที่วิ่งผ่านในช่วงปี พ.ศ.2552 ถึง พ.ศ. 2559 ดังนี้

รถบรรทุก 6 ล้อ	9,736 x 365	=	3,553,640	คัน
รถบรรทุก 10 ล้อ	52,005 x 365	=	18,981,825	คัน
รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง	20,433 x 365	=	7,458,045	คัน
รถบรรทุก 18 ล้อพ่วง	18,577 x 365	=	6,780,605	คัน

2. คำนวณค่า ESAL ที่ใช้ออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์

ใช้ค่า Truck Factor จากตารางที่ 5.19 ส่วนค่า Factor ปรับแก้ ADT = 1 แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 5.34

ตารางที่ 5.34 แสดงการคำนวณค่า ESAL ที่ใช้ออกแบบเสริมผิวแอสฟัลท์สำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ในกรณีศึกษาที่ 1

รถบรรทุก	ปริมาณรถบรรทุก (คัน)	Truck Factor	ESAL
	(1)	(2)	(1) x (2) x 0.5 x 0.85
6 ล้อ	3,553,640	0.410	619,222
10 ล้อ	18,981,825	1.631	13,157,727
18 ล้อกึ่งพ่วง	7,458,045	2.893	9,169,853
18 ล้อพ่วง	6,780,605	6.457	18,607,506
		Total	41,554,307

3. การหาความหนาสำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์

เนื่องจากทางหลวงเส้นนี้อยู่ในเขตภาคกลาง ดังนั้นจากตารางที่ 5.32 จะได้ค่า CBR ของดินคันทางเท่ากับ 10 และค่า Mr เท่ากับ 15,000 psi หลังจากนั้นหาความหนาของแอสฟัลท์จาก Design Chart ในรูปที่ 5.5 จะได้ความหนาสำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์ 18 นิ้ว สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 หลังจากนั้นทำการหาความหนาสำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์สำหรับ Scenario อื่นๆ แสดงผลดังตารางที่ 5.35

ตารางที่ 5.35 แสดงความหนาสำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละกรณีศึกษาของทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี

กรณีศึกษา	อายุใช้งานจริง (ปี)	ปีที่ทำการบูรณะ (พ.ศ.)	ESAL สำหรับเสริมผิวแอสฟัลท์	ความหนาเสริมผิวแอสฟัลท์ (นิ้ว)
1	7	2551	41,554,307	18
2	15	2559	0	0
3	9	2553	24,196,440	17
4	7	2551	38,366,282	18
5	7	2551	41,554,307	18

จากตารางที่ 5.35 จะพบว่า ในกรณีศึกษาที่ 1, 4 และ 5 จะมีการเสริมผิวที่เท่ากัน เนื่องจากความหนาเต็มความลึกของแอสฟัลท์ 18 นิ้ว บนดินคันทางที่มีค่า Mr เท่ากับ 15,000 psi (จาก Design Chart) สามารถรองรับ ESAL ได้ระหว่าง 30 – 42 ล้าน ESAL สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งอายุใช้งานจริงเท่ากับอายุออกแบบของถนนดังนั้นจึงไม่ต้องทำการเสริมผิวแอสฟัลท์ ส่วนกรณีศึกษาที่ 3 จะเสริมผิวแอสฟัลท์ 17 นิ้ว

5.14 การประเมินค่าเสียหาย

จะเห็นว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกในแต่ละกรณีศึกษานั้นจะทำให้จำนวน ESAL ตลอดอายุการใช้งานเปลี่ยนไป และถึงกำหนดเร็วกว่าเวลาที่กำหนดไว้ในการออกแบบ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเสริมผิวแอสฟัลท์ตามเวลาที่หดสั้นลงเพื่อเพิ่มความคงทนของทางหรือเสริมโครงสร้างของทางให้มีอายุบริการยาวนานขึ้นไปจนถึงปีที่ออกแบบ

หลังจากนั้นจะทำการประเมินค่าเสียหายทางเศรษฐกิจซึ่งจะได้จากการวิเคราะห์ค่าเสียหายที่เกิดขึ้นจากการที่ต้องเสียดอกเบี้ยในการใช้เงินบูรณะซ่อมแซมถนนด้วยการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนสิ้นอายุใช้งานที่ได้กำหนดไว้ในการออกแบบ และการใช้เงินก่อนกำหนดดังกล่าวก็ทำให้เสียประโยชน์จากการที่ไม่สามารถนำเงินนั้นไปใช้ในทางอื่นที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ดอกผล (Opportunity Cost) อีกด้วย ในการประเมินค่าเสียหายจะใช้ค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ 4,000 บาทต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือคิดค่าเสริมผิวแอสฟัลท์เป็นความหนา 1 นิ้ว ราคา 100 บาทต่อ ตารางเมตร และจะทำการปูเต็มไหล่ทางคิดเป็นความกว้าง 12 เมตรต่อ 2 ช่องจราจร กำหนดปี พ.ศ. 2541 เป็นปีฐาน และคิดราคาค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ ณ ปีต่างๆ กัน จากการศึกษาของโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักรถบรรทุกถาวรทั่วประเทศใช้สมมติฐานว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึง 2559 รัฐบาลสามารถควบคุมอัตราเงินเฟ้อได้ดีพอสมควร จึงคาดว่าดัชนีราคาจะเปลี่ยนแปลงร้อยละ 5.65 ต่อปี ดังนั้นจะสามารถคิดค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปีได้ดังแสดงในตารางที่ 5.36

ตารางที่ 5.36 แสดงดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง และค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปี

ปี	ดัชนีราคาวัสดุก่อสร้าง	ค่าเสริมผิว(บาท/ลบ.ม.)	ราคาต่อ 1 นิ้ว (บาท/ตร.ม.)
2541	100.0	4000	100.0
2542	105.7	4226	105.7
2543	111.6	4465	111.6
2544	117.9	4717	117.9
2545	124.6	4984	124.6
2546	131.6	5265	131.6
2547	139.1	5563	139.1
2548	146.9	5877	146.9
2549	155.2	6209	155.2
2550	164.0	6560	164.0
2551	173.3	6930	173.3
2552	183.0	7322	183.0
2553	193.4	7736	193.4
2554	204.3	8173	204.3
2555	215.9	8634	215.9
2556	228.1	9122	228.1
2557	240.9	9638	240.9
2558	254.6	10182	254.6
2559	268.9	10757	268.9

จากตารางที่ 5.36 ทำให้สามารถคำนวณค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ของถนนแต่ละเส้นบนโครงข่ายทางหลวงได้ ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณในตัวอย่างที่ 13

ตัวอย่างที่ 13 แสดงการคำนวณค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ ณ ปีที่ถนนหดสั้นลงสำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรีซึ่งทำการบูรณะในปี พ.ศ.2544 อายุออกแบบ 15 ปี ระยะทาง 20 กิโลเมตร 4 ช่องจราจร

ทางหลวงเส้นนี้คิดเป็นระยะทางต่อ 2 ช่องจราจรได้ 20 x 4/2 = 40 กิโลเมตร

จากตารางที่ 5.35 ในกรณีศึกษาที่ 1 ต้องทำการเสริมผิวแอสฟัลท์หนา 18 นิ้ว ในปี พ.ศ. 2551

จากตารางที่ 5.36 ราคาค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ หนา 1 นิ้ว ในปี พ.ศ. 2551 เท่ากับ 173.3 บาทต่อตารางเมตร

ปูเต็มไหล่ทางความกว้าง 12 เมตรต่อ 2 ช่องจราจร

$\therefore$ ราคาค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ สำหรับกรณีศึกษาที่ 1= 173.3 x 40 x1000 x 12 x 18

= 1,497,312,000 บาท

หลังจากนั้นคิดค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ทุกกรณีศึกษาได้ผลดังตารางที่ 5.37

ตารางที่ 5.37 แสดงค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละกรณีศึกษาสำหรับตัวอย่างที่ 13

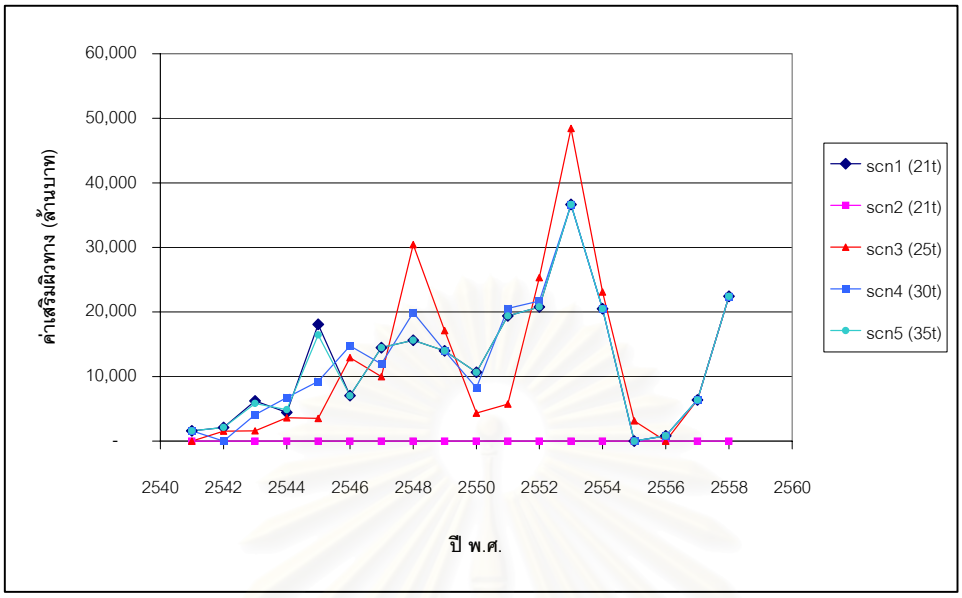
กรณีศึกษา	ปีที่ทำการเสริมผิว	ความหนา (นิ้ว)	ราคาเสริมผิว (บาท/m^2/นิ้ว)	ระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร	ราคาเสริมผิว (ล้านบาท)
1	2551	18	173.3	40	1,497
2	-	-	-	-	-
3	2553	17	193.4	40	1,578
4	2551	18	173.3	40	1,497
5	2551	18	173.3	40	1,497

นอกจากนี้ยังสามารถหาราคาเสริมผิวของถนนที่จะต้องทำการบูรณะในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.38 หรือดังรูปที่ 5.16

ตารางที่ 5.38 แสดงราคาเสริมผิวของถนนที่จะต้องทำการบูรณะในแต่ละปี (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา

ปี	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4	กรณีศึกษา 5
2541	1,584	-	-	1,584	1,584
2542	2,130	-	1,521	-	2,130
2543	6,215	-	1,594	4,085	5,813
2544	4,429	-	3,594	6,764	4,854
2545	18,083	-	3,521	9,277	16,438
2546	7,029	-	12,905	14,745	7,029
2547	14,485	-	9,988	11,948	14,485
2548	15,624	-	30,416	19,926	15,624
2549	13,985	-	17,105	13,985	13,985
2550	10,646	-	4,339	8,265	10,646
2551	19,398	-	5,738	20,562	19,398
2552	20,780	-	25,326	21,702	20,780
2553	36,655	-	48,409	36,655	36,655
2554	20,509	-	23,084	20,509	20,509
2555	-	-	3,134	-	-
2556	821	-	-	821	821
2557	6,390	-	6,390	6,390	6,390
2558	22,421	-	22,421	22,421	22,421
รวม	221,185	-	219,487	219,641	219,563
รวม(ราคาปี พ.ศ. 2541)	132,690	-	126,486	130,368	131,370

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.16 แสดงราคาเสริมผิวของถนนที่จะต้องทำการบูรณะในแต่ละปี (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา

จากตารางที่ 5.38 และ รูปที่ 5.16 จะพบว่าในแต่ละกรณีศึกษาจะเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวถนนแตกต่างกันในแต่ละปี เมื่อทำการเทียบราคาในปีฐาน พ.ศ. 2541 แล้วพบว่า กรณีศึกษาที่ 1 จะเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวถนนมากที่สุด และกรณีศึกษาที่ 3 จะเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวถนนน้อยที่สุด (ไม่รวมกรณีศึกษาที่ 2 เนื่องจากไม่ต้องทำการเสริมผิวแอสฟัลท์) และจะเพิ่มขึ้นในกรณีศึกษาที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

เมื่อสามารถคำนวณค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ ณ ปีต่างๆได้แล้วก็สามารถคิดคำนวณค่าเสียหายอันเนื่องจากต้องเสริมผิวแอสฟัลท์ ณ ปีที่อายุถนนหดสั้นลง โดยคำนวณใช้อัตราดอกเบี้ย 12 เปอร์เซ็นต์ต่อปี จากเงินค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ซึ่งเป็นเงินต้น โดยจ่ายดอกเบี้ยในระยะเวลาที่อายุถนนหดสั้นลง ก็จะเป็นค่าเสียหายที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักต่างๆ ของถนนเส้นนั้นในแต่ละกรณีศึกษาคิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนจากสมการที่ 5.15 และค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปีจากสมการที่ 5.16

ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน = ดอกเบี้ย

$$= P \times ((1+i)^n - 1) \quad (5.15)$$

เมื่อ P คือ ค่าเสริมผิวแอสฟัลท์(เงินต้น)
i คือ อัตราดอกเบี้ย
n คือ จำนวนปีที่ถนนอายุหดสั้นลง

ค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปี = $F \times (i / ((1+i)^n - 1))$ (5.16)

เมื่อ F คือ ดอกเบี้ย(จำนวนเงินในอนาคต)
i คือ อัตราดอกเบี้ย
n คือ อายุออกแบบของถนน

สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณในตัวอย่างที่ 14

ตัวอย่างที่ 14 แสดงการคำนวณค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนสำหรับทางหลวงหมายเลข 1 ตอน ทางเลี่ยงเมืองสระบุรี ถนนออกแบบให้มีอายุใช้งาน 15 ปี

จากตารางที่ 5.31 กรณีศึกษาที่ 1 ถนนอายุหดสั้นลง 8 ปี
จากตารางที่ 5.37 กรณีศึกษาที่ 1 ค่าเสริมผิวแอสฟัลท์(เงินต้น) 1,497 ล้านบาท
จากอัตราดอกเบี้ย 12 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

∴ ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน = $1,497 \times ((1+0.12)^8 - 1)$

= 2,209 ล้านบาท

∴ ค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปี = $2,209 \times (0.12 / ((1+0.12)^{15} - 1))$

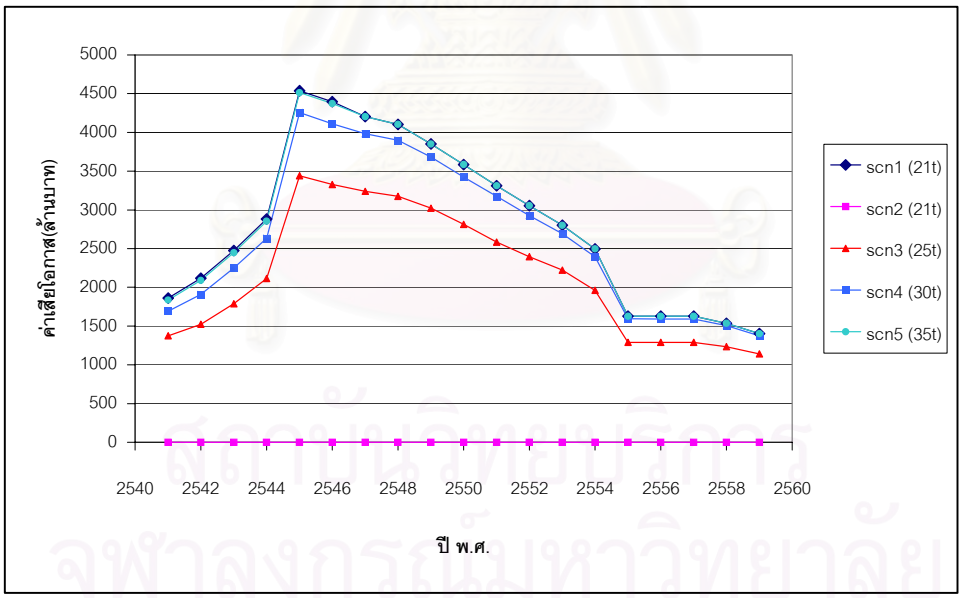
= 59 ล้านบาท

หลังจากนั้นทำการคิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนและค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปีของแต่ละกรณีศึกษาได้ผลดังตารางที่ 5.39

ตารางที่ 5.39 แสดงค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนและค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปีของแต่ละกรณีศึกษา สำหรับตัวอย่างที่14

กรณีศึกษา	อายุหดสั้นลง (ปี)	ค่าเสริมผิว (ล้านบาท)	ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน(ล้านบาท)	ค่าเสียโอกาสเฉลี่ยต่อปี(ล้านบาท)
1	8	1,497	2,209	59
2	-	-	-	-
3	6	1,578	1,537	41
4	8	1,497	2,209	59
5	8	1,497	2,209	59

นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าเสียโอกาสในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.40 หรือดังรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แสดงค่าเสียโอกาสในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา

ตารางที่ 5.40 แสดงค่าเสียโอกาสในแต่ละปีของถนนทั้งโครงข่ายทางหลวงที่ทำการศึกษา (ล้านบาท) แยกตามกรณีศึกษา

ปี	กรณีศึกษา 1	กรณีศึกษา 2	กรณีศึกษา 3	กรณีศึกษา 4	กรณีศึกษา 5
2541	1,862	-	1,373	1,692	1,837
2542	2,117	-	1,525	1,908	2,092
2543	2,474	-	1,788	2,250	2,449
2544	2,880	-	2,113	2,633	2,855
2545	4,539	-	3,439	4,256	4,514
2546	4,396	-	3,327	4,114	4,371
2547	4,203	-	3,238	3,984	4,203
2548	4,106	-	3,174	3,898	4,106
2549	3,850	-	3,022	3,682	3,850
2550	3,585	-	2,813	3,426	3,585
2551	3,312	-	2,583	3,176	3,312
2552	3,056	-	2,397	2,927	3,056
2553	2,801	-	2,224	2,692	2,801
2554	2,495	-	1,961	2,395	2,495
2555	1,629	-	1,290	1,594	1,629
2556	1,628	-	1,289	1,593	1,628
2557	1,628	-	1,289	1,593	1,628
2558	1,536	-	1,234	1,507	1,536
2559	1,403	-	1,140	1,374	1,403
รวม	53,499	-	41,217	50,694	53,349
รวม(ปี พ.ศ.2541)	35,510	-	27,164	33,465	35,379

จากตารางที่ 5.40 และรูปที่ 5.17 จะพบว่าในแต่ละกรณีศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ค่าเสียโอกาสมีแนวโน้มลดลง สำหรับกรณีศึกษาที่ 2 ไม่เกิดค่าเสียโอกาสเพราะอายุใช้งานจริงเท่ากับที่ออกแบบจึงไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวก่อนกำหนดเวลา และเมื่อเปรียบเทียบค่าเสียโอกาสรวมในปีฐาน พ.ศ. 2541 จะพบว่ากรณีศึกษาที่ 1 จะเกิดค่าเสียโอกาสมากที่สุด ส่วนกรณีศึกษาที่ 3 จะเกิดค่าเสียโอกาสน้อยที่สุด(ยกเว้นกรณีศึกษาที่ 2) เนื่องจากในกรณีศึกษาที่ 3 ถนนบนโครงข่ายทางหลวงที่พิจารณามีอายุหดสั้นลงน้อยกว่ากรณีศึกษาอื่นๆ ทำให้จำนวนปีที่ต้องนำเงินมาใช้ก่อนกำหนดเวลาจะน้อยจึงเสียดอกเบี้ยน้อยกว่ากรณีศึกษาอื่นๆ และค่าเสียโอกาสจะเพิ่มขึ้นในกรณีศึกษาที่ 4 และ 5 ตามลำดับ

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

ถนนในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นถนนผิวทางแอสฟัลท์มีระยะทางต่อ 2 ช่องจราจร 49,481 กิโลเมตรในขณะที่ถนนคอนกรีตมีระยะทาง 4,497 กิโลเมตร หรือประมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ของถนนผิวทางแอสฟัลท์ (สถานะข้อมูล 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2542) หากกฎหมายมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกก็จะเกิดผลกระทบทางด้านวิศวกรรมการทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบที่เกิดกับถนนผิวทางแอสฟัลท์ ซึ่งได้สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ความเสียหายของถนนผิวทางแอสฟัลท์จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักล้อหรือน้ำหนักเพลาที่กระทำลงบนผิวทาง และจำนวนเที่ยวของน้ำหนักที่ผ่านผิวทาง โดยจะเกิดรอยแตกร้าวหรือร่องล้อทำให้ไม่เกิดความสะดวกสะบายในการเดินทาง

2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเพลาความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อผิวทางแอสฟัลท์จะเป็นไปตามกฎกำลังสี่คือจำนวนเท่าของความเสียหายจะเท่ากับกำลังสี่ของจำนวนเท่าของน้ำหนักเพลามาตรฐาน 18,000 ปอนด์เช่นน้ำหนักลงเพลาเป็น 2 เท่าของน้ำหนักเพลามาตรฐานผ่านบนถนน 1 ครั้งจะเกิดความเสียหายเท่ากับน้ำหนักเพลามาตรฐานผ่านบนถนน 16 ครั้ง ซึ่งในการวิเคราะห์ความเสียหายในอดีตจะอาศัยกฎกำลังสี่นี้ แต่กฎกำลังสี่มีข้อจำกัดใช้เฉพาะเพลาเดี่ยวเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วรถบรรทุกไม่ได้มีแต่เพลาเดี่ยวอย่างเดียวเช่น รถบรรทุก 10 ล้อ เพลาที่ 2 และ 3 จัดเป็นเพลาคู่ เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงชนิดของเพลาด้วย ทาง The Asphalt Institute ได้กำหนดค่า Equivalent Single Axle Load (EALF) ซึ่งเป็นค่าเทียบเท่าของจำนวนเที่ยวของเพลามาตรฐานที่ผ่านบนถนนโดยมีการแบ่งตามชนิดของเพลาเป็น เพลาเดี่ยว เพลาคู่ และเพลาสามดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1

3. ค่า EALF มีประโยชน์ในการหาค่า Truck Factor ซึ่งเป็นผลรวมของค่า EALF ของแต่ละเพลาในรถบรรทุก 10 ล้อ เช่น รถบรรทุก 10 ล้อหนัก 25 ตันมีน้ำหนักลงเพลาหน้า 5.8 ตัน มีค่า EALF 0.29 มีน้ำหนักลงเพลาคู่หลัง 19.2 มีค่า EALF 2.67 จะมีค่า Truck Factor เท่ากับ 2.96 หมายความ

ว่ารถบรรทุก 10 ล้อหนัก 25 ตันวิ่งผ่านถนน 1 เที่ยว จะเท่ากับน้ำหนักเพลามาตรฐาน 18,000 ปอนด์ วิ่งผ่าน 2.96 เที่ยว หากทำการคิดด้วยวิธีกฎกำลังสี่ เพลาหน้าจะมีค่า EALF 0.25 เพลาคู่หลังเพลาละ 9.6 ตันมีค่า EALF 1.88 จะทำให้ค่า Truck Factor เท่ากับ 4.01 ซึ่งเป็นค่าที่มากเกินไป

4. ค่า Truck Factor ในแต่ละพื้นที่จะขึ้นอยู่กับลักษณะการบรรทุกของสินค้าในแต่ละพื้นที่นั้น หากพื้นที่ใดมีการบรรทุกสินค้าน้ำหนักมากหรือเกินพิกัดที่กำหนดก็จะทำให้มีค่า Truck Factor มากตามไปด้วย เช่น ในเขตพื้นที่จังหวัดชลบุรีมีรถบรรทุก 10 ล้อน้ำหนักมากวิ่งผ่านเป็นจำนวนมาก มีการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัด 21 ตัน ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ทำให้ค่า Truck factor สำหรับรถบรรทุก 10 ล้อประจำพื้นที่จังหวัดชลบุรีเท่ากับ 1.687 ในขณะที่จังหวัดกำแพงเพชรมีค่า Truck factor เพียง 0.181 เนื่องจากมีรถบรรทุกที่บรรทุกสินค้าน้ำหนักมากๆอยู่น้อย

5. เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกโดยยึดตามการเปลี่ยนแปลงรถบรรทุก 10 ล้อ โดยมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักเป็น 25, 30 และ 35 ตันจากพิกัดน้ำหนัก 21 ตันตามกฎหมาย จะทำให้รถบรรทุกชนิดอื่นจะต้องมีการเปลี่ยนพิกัดน้ำหนักตามไปด้วย เช่น รถบรรทุก 6 ล้อ จะมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักเป็น 14.5,17 และ19.4 ตันจากพิกัดน้ำหนัก 12 ตันตามกฎหมาย เป็นต้น

6. กำหนดกรณีศึกษาทั้งหมด 5 กรณีศึกษา โดยในกรณีศึกษาที่ 1 เป็นสถานการณ์การบรรทุกน้ำหนักปัจจุบันซึ่งอาจมีการบรรทุกน้ำหนักเกินพิกัดที่กฎหมายกำหนดกรณีศึกษาที่ 2 เป็นสถานการณ์ที่มีมาตรการควบคุมทางกฎหมายที่เข้มงวดสำหรับพิกัดรถบรรทุก10 ล้อ 21 ตัน และมีการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุก 10 ล้อ เป็น 25, 30 และ 35 สำหรับกรณีศึกษาที่ 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

7. จากการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับถนนบนโครงข่ายทางหลวงทั่วประเทศพบว่า หากมีการควบคุมมาตรการทางกฎหมายที่เข้มงวดที่น้ำหนักรถบรรทุก 10 ล้อ 21 ตัน (กรณีศึกษาที่ 2) จะทำให้อายุของถนนเป็นไปตามที่ทางราชการได้ออกแบบไว้ และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวแอสฟัลท์ แต่เมื่อมีการเพิ่มพิกัดน้ำหนักทางกฎหมายแล้วจะทำให้อายุของถนนหดสั้นลง ถ้ามีการเพิ่มพิกัดมากก็จะทำให้อายุหดสั้นลงมาก ทำให้ทางราชการต้องทำการบูรณะซ่อมแซมถนนด้วยวิธีการเสริมผิวแอสฟัลท์ก่อนกำหนดเพื่อให้ถนนมีอายุใช้งานตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ ไม่สามารถนำเงินไปใช้ประโยชน์ในทางอื่นได้

8. ระยะทางทั้งหมดบนโครงข่ายทางหลวง 18,853 กิโลเมตร จะต้องทำการเสริมผิวแอสฟัลท์ในแต่ละปีเป็นระยะทางแตกต่างกันในแต่ละกรณีศึกษา เนื่องจากในแต่ละกรณีศึกษาถนนจะอายุหดสั้นลงไม่เท่ากัน

9.ในกรณีศึกษาที่ 1 หรือสภาพการบรรทุกน้ำหนักในปัจจุบันจะทำให้ทางรัฐบาลต้องเสียค่าเสริมผิวแอสฟัลท์มากที่สุดเป็นเงิน 132,690 ล้านบาท และเกิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนจำนวน 35,510 ล้านบาท (คิดเป็นเงินรวมในปี พ.ศ. 2541) เนื่องจากลักษณะการบรรทุกในปัจจุบันนั้นมีการบรรทุกเกินพิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนด เช่น รถบรรทุก 10 ล้อ บางคันบรรทุกที่น้ำหนักรวม 30 - 40 ตัน

10. ในกรณีที่ทำการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกให้เป็นไปตามกรณีศึกษาที่ 3 หรือที่น้ำหนักรถบรรทุก10 ล้อ 25 ตัน จะเสียค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ 126,486 ล้านบาท ประหยัดค่าเสริมผิวจากสถานการณ์ปัจจุบันเป็นเงิน 6,204 ล้านบาท และเกิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนจำนวน 27,164 ล้านบาทซึ่งน้อยลง 8,346 ล้านบาท

11. ในกรณีที่ทำการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกให้เป็นไปตามกรณีศึกษาที่ 4 หรือที่น้ำหนักรถบรรทุก10 ล้อ 30 ตัน จะเสียค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ 130,368 ล้านบาท ประหยัดค่าเสริมผิวจากสถานการณ์ปัจจุบันเป็นเงิน 2,322 ล้านบาท และเกิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนจำนวน 33,465 ล้านบาทซึ่งน้อยลง 2,045 ล้านบาท

12. ในกรณีที่ทำการกำหนดพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกให้เป็นไปตามกรณีศึกษาที่ 5 หรือที่น้ำหนักรถบรรทุก10 ล้อ 35 ตัน จะเสียค่าเสริมผิวแอสฟัลท์ 131,370 ล้านบาท ประหยัดค่าเสริมผิวจากสถานการณ์ปัจจุบันเป็นเงิน 1,320 ล้านบาท และเกิดค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนจำนวน 35,379 ล้านบาทซึ่งน้อยลง 131 ล้านบาท

13. ถนนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกนั้นจะเป็นถนนที่มีปริมาณรถบรรทุกวิ่งผ่านเป็นจำนวนมาก หรือเป็นเส้นทางที่ต้องทำการขนส่งสินค้าจำพวกวัสดุก่อสร้าง สินค้าการเกษตร เครื่องจักร เป็นต้น ได้แก่ถนนในภาคกลางและภาคตะวันออก

6.2 ปัญหาที่พบในการศึกษา

ปัญหาที่สำคัญในการศึกษาคือปัญหาเกี่ยวกับเรื่องข้อมูล เนื่องจากในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับผิวทางอันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลน้ำหนักลงเพลาซึ่งในปัจจุบันไม่มีด่านชั่งน้ำหนักถาวรเพื่อชั่งน้ำหนักรถบรรทุกที่วิ่งบนทางหลวง จึงต้องอาศัยข้อมูลที่มีอยู่คือข้อมูลจากโครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศ และเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงทำให้มีการเก็บข้อมูลจาก 13 จังหวัดเท่านั้น แต่ก็เป็นข้อมูลน้ำหนักลงเพลาที่ดีที่สุดในปัจจุบัน

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาจะเห็นว่าในสถานการณ์ปัจจุบันที่รถบรรทุกเกินน้ำหนักพิกัดที่กฎหมายกำหนด หากไม่มีมาตรการการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุกที่เข้มงวดชัดเจน ก็จะทำให้ถนนเกิดความเสียหายและรัฐบาลต้องเสียค่าใช้จ่ายเสริมผิวแอสฟัลท์เป็นจำนวนเงินมหาศาล ถึงแม้ว่าจะมีการประกาศเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกใหม่ (กรณีศึกษาที่ 2 – 5) แต่มีการควบคุมทางกฎหมายที่เข้มงวดไม่ให้มีผู้ฝ่าฝืนกฎหมาย ก็จะส่งผลให้รัฐบาลเสียค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวแอสฟัลท์น้อยลง ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดมาตรการการควบคุมน้ำหนักรถบรรทุก และกำหนดพิกัดน้ำหนักที่เหมาะสม เพื่อให้อายุการใช้งานของถนนไม่หดสั้นลงจนเกินไป

2. จากการศึกษาจะเห็นว่าที่น้ำหนักเท่าๆกันรถบรรทุกชนิด 18 ล้อกึ่งพ่วง จะให้ค่า Truck Factor น้อยที่สุด เนื่องจากเพลาหลังของรถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วงเป็นเพลาคู่ ดังนั้นควรที่จะมีการสนับสนุนให้หันมาใช้รถบรรทุก 18 ล้อกึ่งพ่วง หรือใช้รถบรรทุกชนิดใดก็ได้ที่มีการเพิ่มเพลาเข้ามาเช่น เพลา สาม เพื่อช่วยในการกระจายน้ำหนักลงเพลา ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวทางน้อยลงและควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

3. ในการศึกษาได้ทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของถนนผิวทางแอสฟัลท์ซึ่งเป็นถนนส่วนใหญ่ในประเทศ แต่ถนนผิวทางคอนกรีตบางเส้นทางก็เป็นเส้นทางหลักในการขนส่ง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาผลกระทบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกต่อถนนผิวทางคอนกรีตสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

4. ควรมีการเก็บข้อมูลน้ำหนักรถบรรทุก หรือมีการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักรถบรรทุกเพื่อทำการเก็บน้ำหนักรถบรรทุกไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสียหายต่อถนน และเป็นการตรวจจับผู้ฝ่าฝืนกฎหมายอีกด้วย

5. ในการศึกษานี้จะศึกษาเฉพาะค่าใช้จ่ายในการเสริมผิวแอสฟัลท์เท่านั้นยังไม่รวมค่าบำรุงรักษาอื่นๆ เช่น การปรับปรุงผิวทางในช่วงอายุใช้งาน การทำ Patching Resurfacing หรือ Surface treatment เป็นต้น ค่าต่างๆเหล่านี้จะรวมเป็นค่าบำรุงทางที่รัฐบาลต้องทำการจัดสรรงบประมาณในแต่ละปี

6. จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงปีที่ถนนหมดอายุการใช้งานซึ่งเป็นประโยชน์ในการวางแผนการซ่อมบำรุงทางของกรมทางหลวง และจัดสรรงบประมาณได้เหมาะสมกับความเสียหายที่เกิดขึ้นกับถนน

7. ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการเพิ่มพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกนั้นจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาค่าใช้จ่ายของผู้ประกอบการขนส่งอันได้แก่ ค่าน้ำมัน ค่าบำรุงรักษา โดยทำการศึกษาผลประโยชน์ของผู้ประกอบการขนส่งจากการประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้รถบรรทุกเมื่อมีการเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเปลี่ยนข้อกำหนดน้ำหนักตามกฎหมายต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะที่ปรึกษารัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม, คณะผู้แทนกรมทางหลวง และคณะผู้แทนกรมการขนส่งทางบก. รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบของรถบรรทุกเกินพิกัด. กรุงเทพมหานคร, 2531.

คณะอนุกรรมการเทคนิคพิจารณาผลกระทบการปรับเพิ่มน้ำหนักรถบรรทุก. รายงานการศึกษาเบื้องต้นเรื่องแนวทางการพิจารณากำหนดน้ำหนักรถบรรทุก. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2540.

การขนส่งทางบก, กรม. การสำรวจปริมาณการขนส่งสินค้าประเภทต่างๆทางถนนเข้า-ออกจังหวัด เศรษฐกิจปี พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร : กรมการขนส่งทางบก, 2542

ทางหลวง, กรม. การศึกษาความเหมาะสม สำรวจ และออกแบบรายละเอียด โครงการจัดตั้งด่านชั่งน้ำหนักถาวรทั่วประเทศ. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง, 2542.

ทางหลวง, กรม. แผนงานบำรุงตามกำหนดเวลา งานบำรุงพิเศษฯ และงานฉุกเฉิน ประจำปี 2541-2543. กรุงเทพมหานคร : กองบำรุง กรมทางหลวง, 2543.

ทางหลวง, กรม. แผนที่ทางหลวงในประเทศไทย ฉบับปี 2543/2000 EDITION. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง, 2542.

ทางหลวง, กรม. แผนพัฒนาทางหลวง ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพมหานคร : กองวางแผน กรมทางหลวง, 2540.

ทางหลวง, กรม. รายงานการศึกษาเรื่องการคาดคะเนอัตราการเพิ่มของปริมาณการจราจร ปี 1992-2011. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง, 2536.

ทางหลวง, กรม. รายงานประจำปี 2542.กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง,2543.

ทางหลวง, กรม. รายงานปริมาณจราจรบนทางหลวง 2542. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง,2543.

ทางหลวง, กรม. รายงานโครงการก่อสร้างทางสายหลักเป็น 4 ช่องจราจร. กรุงเทพมหานคร : กรมทางหลวง,2541.

ธีรชาติ รื่นไกรฤกษ์. ปัญหาของรถบรรทุกเกินพิกัดในประเทศไทย. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, 2533.

ธีรชาติ รื่นไกรฤกษ์. ผลกระทบของรถบรรทุกเกินพิกัดที่มีต่อโครงสร้างถนนและสะพาน. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, 2540.

มนัส คอวนิช. ปัญหาที่เกิดจากรถบรรทุกหนัก. เอกสารวิจัยส่วนบุคคล วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร, 2516.

วรศักดิ์ กนกนุกูลชัย. ผลกระทบของรถบรรทุกหนักเกินพิกัด. หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน. ปีที่ 20 ฉบับที่ 6959 (28 มีนาคม 2540) : 2.

สุดา เหลืองโรจนกุล. การวิเคราะห์ผลได้และผลเสียของทางเลือกในการปรับปรุงทางหลวง กรณีศึกษาของทางสาย 314 ฉะเชิงเทรา-บางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. Cost of Highway Transportation. เอกสารประกอบวิชาเรียน 2101-429 Highway Engineering.

อำพล วรรณะวัลย์. ผลของการบรรทุกน้ำหนักเกินกว่ากำหนด ของรถยนต์บรรทุกหนักต่ออายุการใช้งานของถนนเฟล็กซิเบิล. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521.

ภาษาอังกฤษ

AASHTO. AASHTO Interim guide for design of pavement structures. American Association of State Highway and Transportation Officials,1972.

Smith, B. L. Accommodation of trucks on the highway : Safety in design. Department of Civil Engineering. Kansas State University. Manhattan, 1988.

Committee for the truck weight study. Truck weight limits : issues and options. Transportation Research Board Special Report 225. Transportation Research Board Publication, 1990.

Darter, M. I. and E. J. Barenberg. Design of zero-maintenance plained jointed concrete pavement. Report No. FHWA-RD-77-111. Federal Highway Administration,1997.

Darter, M. I., J. M. Becker, M. B. Snyder, and R. E. Smith. Portland Cement Concrete Pavement Evaluation System (COPES).NCHRP Report 277. Transportation Research Board, 1985.

Deacon, J. A. Load Equivalency in Flexible Pavements. Association of Asphalt Paving Technololists. 38 (1969) : 465-491.

Emmanuel G. Fernando, David R. Luhr, and Hari N. Saxena. Analysis of axle loads and axle types for the evaluation of load limits on flexible pavements. Transportation research record.1136 (1987) : 69-78.

Highway Research Board. The AASHO road test pavement research. Special Report 61 E. Highway Research Board. National Research Council. Washington. D.C.,1962.

Packard, R.G., and S. D. Tayabji. New PCA thickness design procedure for concrete highway and street pavements. Third International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation. Purdue University.(1985) : 225-236.

Ricardo T. Barros. Analysis pavement damage attributable to overweight trucks in New Jersey. Transportation research record.1038 (1985) : 1-9.

Richard E. Backlund, and James E. Gruver. Heavy trucks on the highways: An important pavement issue. Transportation research record.1272 (1990) : 114-121.

Shell. Shell pavement design manual – Asphalt pavement and overlays for road traffic. Shell International Petroleum. London, 1978

Thawat Watanatada, Harral, C. G., Paterson, W. D., Dhareshwar A. M., Anil Bhander, and Koji Tsunokawa. The highway design and maintenance standard model. Washington D.C. : A World Bank Publication, 1987.

The Asphalt Institute. Thickness design asphalt pavement structure for highway and streets. Manual series No.1.8th Edition. College Park, 1970.

The Asphalt Institute. Thickness design asphalt pavement structure for highway and streets. Manual series No.1.9th Edition. College Park, 1981.

Westergaard, H.M.. Theory of concrete pavements design. Proceedings. Highway Research Board. Part I (1927) : 175-181.

William D. O. Paterson. Road deterioration and maintenance effects : models for planning and management. A World Bank Publication, 1987.

Yang H. Huang. Pavement analysis and design. Prentice Hall, 1993.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
1	1	303	TO WAT SAHAMIT MONG KHON	30	สระบุรี	อยุธยา	1944	5243	57.14	22.45	20.41	1944	2996	1177	1070
2	1	304	BYPASS SARABURI	20	สระบุรี	อยุธยา	639	5699	57.14	22.45	20.41	639	3256	1279	1163
3	1	500	SARABURI DIST. - THEP SATRI LOPBURI	20	ลพบุรี	อยุธยา	1252	3224	57.14	22.45	20.41	1252	1842	724	658
4	1	700	KHOK SAMRONG - KM.230+792	50	ลพบุรี	อยุธยา	242	416	57.14	22.45	20.41	242	238	93	85
5	1	1007	JCT.TO CHAINAT	60	ชัยนาท	อยุธยา	1335	142	57.14	22.45	20.41	1335	81	32	29
6	1	1201	BYPASS NAKHONSAWAN	104	นครสวรรค์	กำแพงเพชร	807	1689	35.72	35.71	28.57	807	603	603	483
7	1	1701	WANG CHAO - TAK	58	นครสวรรค์	กำแพงเพชร	689	1237	35.72	35.71	28.57	689	442	442	353
8	1	1801	TAK-JCT.TO KHUAN PHUMIPHON	95	ตาก	กำแพงเพชร	708	2113	35.72	35.71	28.57	708	755	755	604
9	1	2001	BYPASS DONCHAI (TAK DIST.)	85	ลำปาง	แพร่	687	1316	64.52	12.9	22.58	687	849	170	297
10	1	1902	JCT TO NONG LOM (OLD)	60	ลำปาง	แพร่	39	5	64.52	12.9	22.58	39	3	1	1
11	1	2502	KM.680+393(LAMPANG DIST.)-BYPASS NGAO(O)	40	ลำปาง	แพร่	470	514	64.52	12.9	22.58	470	332	66	116
12	1	2701	HUAI MAE NA POI(W) - NAE TUM	80	พะเยา	แพร่	702	701	64.52	12.9	22.58	702	452	90	158
13	1	3002	KM.786+753(PHAYAO DIST.) - PASAK	90	เชียงราย	แพร่	610	375	64.52	12.9	22.58	610	242	48	85
14	2	601	JCT.TO PHIMAI - BAN WAT - JCT.TO BAN SIDA	40	นครราชสีมา	นครราชสีมา	1401	2533	70.59	17.65	11.76	1401	1788	447	298
15	2	901	BAN PHAI - KM.430+829(KHON KAEN DIST.)	90	ขอนแก่น	นครราชสีมา	2228	2458	70.59	17.65	11.76	2228	1735	434	289
16	2	903	THA PHRA - KUT KWANG	10	ขอนแก่น	นครราชสีมา	377	290	70.59	17.65	11.76	377	205	51	34
17	2	1203	BYPASS UDONTHANI	40	อุดรธานี	นครราชสีมา	403	690	70.59	17.65	11.76	403	487	122	81
18	2	1401	JCT.TO PHEN - JCT.PHONPHISAI	10	หนองคาย	นครราชสีมา	405	692	70.59	17.65	11.76	405	489	122	81
19	3	301	KHLONG DAN BRIDGE - KM.74+000	20	สมุทรปราการ	สมุทรสาคร	2363	2861	76.93	7.69	15.38	2363	2201	220	440
20	3	402	JCT.R.NO.34 - CHONBURI	80	ชลบุรี	ชลบุรี	667	215	91.67	0	8.33	667	197	0	18
21	3	502	CHONBURI DIST. - SRI RACHA	40	ชลบุรี	ชลบุรี	1609	2444	91.67	0	8.33	1609	2240	0	204
22	3	701	PATTAYA - SATTA HIP	40	ชลบุรี	ชลบุรี	617	195	91.67	0	8.33	617	179	0	16
23	3	801	KM.186+000(CHON BURI DIST.)-	30	ระยอง	ชลบุรี	4801	3896	91.67	0	8.33	4801	3571	0	325
24	3	802	BYPASS RAYONG	10	ระยอง	ชลบุรี	4410	2199	91.67	0	8.33	4410	2016	0	183
25	3	900	JCT.TO BAN KHAI - JCT.NOEN DIN DAENG	45	ระยอง	ชลบุรี	798	963	91.67	0	8.33	798	882	0	80
26	3	1102	KM.288+130(RAYONG DIST.)-	60	จันทบุรี	ชลบุรี	673	904	91.67	0	8.33	673	829	0	75
27	3	1202	JCT.TO CHANTHABURI - JCT.TO KHLUNG	70	จันทบุรี	ชลบุรี	650	748	91.67	0	8.33	650	686	0	62
28	4	304	BYPASS DON KRABUANG(O)-JCT.TO KA JAE	10	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	4557	7379	50	38.24	11.76	4557	3689	2822	868
29	4	401	BYPASS E-CHANG(O) - BYPASS E-CHANG(D)	20	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	728	1120	50	38.24	11.76	728	560	428	132

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
30	4	504	BYPASS RATCHABURI(D) - WANG MANAO BRIDGE	25	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	2128	3762	50	38.24	11.76	2128	1881	1439	442
31	4	602	BYPASS PHETCHABURI	50	เพชรบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	1774	4027	78.95	15.79	5.26	1774	3179	636	212
32	4	801	CHA AM - PRANBURI	50	เพชรบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	1910	4592	78.95	15.79	5.26	1910	3625	725	242
33	4	800	JCT.CHA AM - JCT.TO NONG KAE	50	เพชรบุรี	ประจวบคีรีขันธ์	639	432	78.95	15.79	5.26	639	341	68	23
34	4	1000	JCT.TO PRANBURI - JCT.TO KUIBURI	60	ประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์	2191	3551	78.95	15.79	5.26	2191	2804	561	187
35	4	1301	JCT.THAP SAKAE - KM.364+486	180	ประจวบคีรีขันธ์	ประจวบคีรีขันธ์	1593	2305	78.95	15.79	5.26	1593	1820	364	121
36	4	1802	JCT.PATHOMPON(CHOMPON) -	120	ชุมพร	สุราษฎร์ธานี	400	430	75	9.37	15.63	400	323	40	67
37	4	2300	JCT.TO AMPHOE PHA TO - AMPHOE KA POE	155	ระนอง	สุราษฎร์ธานี	166	113	75	9.37	15.63	166	85	11	18
38	4	2700	JCT.TO SURATTHANI -	120	พังงา	สุราษฎร์ธานี	389	457	75	9.37	15.63	389	343	43	71
39	4	3101	KHLONG TA KUA THUNG BRIDGE -	30	พังงา	สุราษฎร์ธานี	361	1244	75	9.37	15.63	361	933	117	194
40	4	3102	JCT.TO KA PONG - THAP PUT(KRABI DIST.)	60	พังงา	สุราษฎร์ธานี	35	34	75	9.37	15.63	35	26	3	5
41	4	3200	THAP PUT(PHU KET DIST.) - JCT.TO AO LUK	150	กระบี่	สุราษฎร์ธานี	398	518	75	9.37	15.63	398	388	49	81
42	4	3800	MUNI.OF TRANG -	30	ตรัง	สุราษฎร์ธานี	362	403	75	9.37	15.63	362	302	38	63
43	4	3900	KM.36+400(TRANG DIST.) -	70	พัทลุง	สุราษฎร์ธานี	1454	1971	75	9.37	15.63	1454	1478	185	308
44	4	4100	JCT.KHU HA-JCT.TO PAK PHAYUN	60	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	585	704	75	9.37	15.63	585	528	66	110
45	4	4300	JCT.THA CHA MUANG - MUNI.OF HAT YAI	20	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	436	317	75	9.37	15.63	436	238	30	50
46	4	4400	JCT.KHO HONG - JCT.KHLONG NGAE	50	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	991	1069	75	9.37	15.63	991	802	100	167
47	7	301	KM.38+580 - KM.52+000(CHONBURI DIST.)	30	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	4890	1837	42.86	33.33	23.81	4890	787	612	437
48	7	302	JCT.R.NO.34 (BANG VUA)	30	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	3593	1879	42.86	33.33	23.81	3593	805	626	447
49	9	401	JCT.R.NO.1 - KHLONG RAPEI PAT	10	อยุธยา	อยุธยา	3356	3545	57.14	22.45	20.41	3356	2026	796	724
50	11	300	KHLONG WRNG MA DUE - JCT KHAOSAI	30	พิจิตร	กำแพงเพชร	410	552	35.72	35.71	28.57	410	197	197	158
51	11	401	JCT.KHAOSAI - KM.79+500	45	พิจิตร	กำแพงเพชร	335	358	35.72	35.71	28.57	335	128	128	102
52	11	502	KM.37+500(PHICHIT DIST.) - WANG THONG	35	พิษณุโลก	กำแพงเพชร	348	302	35.72	35.71	28.57	348	108	108	86
53	11	600	JCT.R.NO.12(RONGPO) - KHLONG HUAI YAI	90	พิษณุโลก	กำแพงเพชร	591	1002	35.72	35.71	28.57	591	358	358	286
54	11	800	HUAI NAM CHAM - PA KLUAI	60	อุตรดิตถ์	แพร่	581	611	64.52	12.9	22.58	581	394	79	138
55	11	1100	DENCHAI - LAMPANG DIST.	70	แพร่	แพร่	1249	1255	64.52	12.9	22.58	1249	810	162	283
56	11	1300	JCT.BYPASS LAMPANG -	60	ลำปาง	แพร่	1460	1510	64.52	12.9	22.58	1460	974	195	341
57	12	100	MAENAM PING(TAK) - KM.83+023	70	ตาก	กำแพงเพชร	323	344	35.72	35.71	28.57	323	123	123	98
58	12	202	BYPASS SUKHOTHAI HISTORY PARK	50	สุโขทัย	กำแพงเพชร	441	627	35.72	35.71	28.57	441	224	224	179

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
59	12	403	BYPASS PHISANULOK	130	พิษณุโลก	กำแพงเพชร	295	240	35.72	35.71	28.57	295	86	86	69
60	12	901	JCT.TO LOMSAK - BAN PAKCHONG	100	เพชรบูรณ์	กำแพงเพชร	161	57	35.72	35.71	28.57	161	20	20	16
61	12	1102	JCT.NON HAN - JCT.CHUM PHAE	20	ขอนแก่น	นครราชสีมา	743	823	70.59	17.65	11.76	743	581	145	97
62	21	100	JCT.R.NO.1(PHU KHAE)-HUAI PHU KHAE BRIDGE	50	สระบุรี	อยุธยา	546	995	57.14	22.45	20.41	546	569	223	203
63	21	401	JCT.TO KHOK SAMRONG-KM.84+000	70	ลพบุรี	อยุธยา	594	620	57.14	22.45	20.41	594	354	139	126
64	21	701	NONG PHAI - BYPASS WANG CHOMPHU	80	เพชรบูรณ์	กำแพงเพชร	515	431	35.72	35.71	28.57	515	154	154	123
65	21	901	PHETCHABUN - BUNG NAMTAO	60	เพชรบูรณ์	กำแพงเพชร	866	718	35.72	35.71	28.57	866	256	256	205
66	22	101	MUNI.OF UDONTHANI - BYPASS NONG HAN(O)	100	อุดรธานี	นครราชสีมา	369	343	70.59	17.65	11.76	369	242	61	40
67	22	304	BYPASS MUANG KHAI(D) - KM.106+895	50	สกลนคร	นครราชสีมา	344	289	70.59	17.65	11.76	344	204	51	34
68	22	501	JCT.THAT NAWENG-KM.171+000	70	สกลนคร	นครราชสีมา	936	751	70.59	17.65	11.76	936	530	133	88
69	23	103	BYPASS BAN PHAI(D)-KM.21+350	40	ขอนแก่น	นครราชสีมา	835	681	70.59	17.65	11.76	835	481	120	80
70	23	105	BYPASS BORABU	5	มหาสารคาม	นครราชสีมา	665	578	70.59	17.65	11.76	665	408	102	68
71	23	106	BYPASS BORABU(O) - KM.55+376	20	มหาสารคาม	นครราชสีมา	484	316	70.59	17.65	11.76	484	223	56	37
72	23	301	BYPASS MAHASARAKHAM	10	มหาสารคาม	นครราชสีมา	919	373	70.59	17.65	11.76	919	263	66	44
73	23	302	PASS MUANG MAHASARAKHAM	40	มหาสารคาม	นครราชสีมา	365	136	70.59	17.65	11.76	365	96	24	16
74	23	401	BYPASS ROI ET	5	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	471	217	70.59	17.65	11.76	471	153	38	25
75	23	501	JCT.TO PHON THONG - JCT.AMNAT CHAROEN	65	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	582	289	70.59	17.65	11.76	582	204	51	34
76	23	701	JCT.MAHA CHANACHAI - BYPASS KHUANG NAI(O)	90	ยโสธร	นครราชสีมา	367	254	70.59	17.65	11.76	367	179	45	30
77	24	100	R.NO.2(SI KHIU) - JCT.TO CHOK CHAI	35	นครราชสีมา	นครราชสีมา	841	1161	70.59	17.65	11.76	841	820	205	137
78	24	202	CHOK CHAI - NONG KI	35	นครราชสีมา	นครราชสีมา	772	975	70.59	17.65	11.76	772	688	172	115
79	24	400	JCT.TO BURI RAM - KM.101+590(PRAKHONCHAI)	20	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	746	837	70.59	17.65	11.76	746	591	148	98
80	24	500	KM.101+590(BURIRAM DIST.) - JCT.PRASAT	40	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	566	806	70.59	17.65	11.76	566	569	142	95
81	24	602	JCT.PRASAT - JCT.SANG KRA	90	สุรินทร์	นครราชสีมา	449	694	70.59	17.65	11.76	449	490	123	82
82	24	1004	WARIN CHAMRAP - BAN HADSUANYA	40	อุบลราชธานี	นครราชสีมา	534	649	70.59	17.65	11.76	534	458	114	76
83	24	900	R.NO.2085 - JCT.TO DET UDOM	90	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	176	92	70.59	17.65	11.76	176	65	16	11
84	33	101	HIN KONG - BAN NA	50	สระบุรี	อยุธยา	1022	1147	57.14	22.45	20.41	1022	656	258	234
85	33	202	KM.137+880(SARABURI DIST.)-	15	ปราจีนบุรี	นครนายก	872	2106	73.91	17.39	8.7	872	1556	366	183
86	33	302	JCT.SADU - JCT.BAN PHAI	40	ปราจีนบุรี	นครนายก	211	141	73.91	17.39	8.7	211	104	25	12
87	33	401	JCT.NAKHONRATCHASIMA - SA KAEO DIST.	50	สระแก้ว	สระแก้ว	1400	1325	66.67	18.52	14.81	1400	883	245	196

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
88	33	600	JCT.TO WATTHANA NAKHON -KEDAEN	50	สระแก้ว	สระแก้ว	819	708	66.67	18.52	14.81	819	472	131	105
89	34	100	JCT.R.NO.(BANG NA)-KM.46+000(CHONBURI DIST.)	40	สมุทรปราการ	สมุทรสาคร	4348	7632	76.93	7.69	15.38	4348	5871	587	1174
90	35	100	JCT.R.NO.303(DAOKHANONG)-	60	สมุทรสาคร	สมุทรสาคร	7171	7393	76.93	7.69	15.38	7171	5687	568	1137
91	35	300	BANG PRACHAN BRIDGE(EAST) - R.NO.4	20	สมุทรสงคราม	สุพรรณบุรี	1982	5491	50	38.24	11.76	1982	2745	2100	646
92	36	100	JCT.R.NO.3(KATING LAI) - RAYONG DIST.	20	ชลบุรี	ชลบุรี	578	2234	91.67	0	8.33	578	2048	0	186
93	36	200	R.NO.331(CHONBURI DIST.)- BYPASS RAYONG	40	ชลบุรี	ชลบุรี	1476	1225	91.67	0	8.33	1476	1123	0	102
94	41	100	JCT.PATHOM PHON(CHUM PHON) - JCT.TO SAWI	170	ชุมพร	สุราษฎร์ธานี	1264	2674	75	9.37	15.63	1264	2005	251	418
95	41	701	JCT.R.NO.401-NAKHONSITHAMMARAT DIST. 2	30	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	2130	1977	75	9.37	15.63	2130	1483	185	309
96	41	703	KM.153+000(SURATTHANI DIST.) - WIANG SA	100	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	1075	2616	75	9.37	15.63	1075	1962	245	409
97	41	1001	THUNG SONG - RON PHIBUN	10	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	1973	1853	75	9.37	15.63	1973	1390	174	290
98	41	1002	RON PHIBUN - KM.37+061(PHATTHALUNG DIST.)	70	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	1040	1855	75	9.37	15.63	1040	1391	174	290
99	42	101	JCT.KHLONG NGAE - KM.15+000(PATTANI DIST.)	30	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	220	178	75	9.37	15.63	220	133	17	28
100	42	200	JCT.NA THAWI - JCT.TO THEPHA	50	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	212	190	75	9.37	15.63	212	142	18	30
101	42	400	JCT.NA KET - MUNI.OF PATTHANI	20	ปัตตานี	สุราษฎร์ธานี	574	1147	75	9.37	15.63	574	861	108	179
102	42	502	JCT.TO PATTANI	50	ปัตตานี	สุราษฎร์ธานี	333	304	75	9.37	15.63	333	228	28	48
103	42	603	JCT. SAIBURI	50	ปัตตานี	สุราษฎร์ธานี	261	162	75	9.37	15.63	261	122	15	25
104	43	100	JCT.KHU HA - HAT YAI	30	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	2821	3688	75	9.37	15.63	2821	2766	346	576
105	43	300	HAT YAI - CHA NA (PATTANI DIST.)	20	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	867	1224	75	9.37	15.63	867	918	115	191
106	43	400	CHA NA (SONG KHLA DIST.) - PAKNAM THE PHA	50	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	447	1406	75	9.37	15.63	447	1054	132	220
107	101	100	JCT.R.NO.1 - PHRAN KRATAI	70	กำแพงเพชร	กำแพงเพชร	411	346	35.72	35.71	28.57	411	124	124	99
108	101	302	BYPASS SUKHOTHAI	10	สุโขทัย	กำแพงเพชร	413	429	35.72	35.71	28.57	413	153	153	123
109	101	402	BYPASS SAWANKHALOK	60	สุโขทัย	กำแพงเพชร	144	75	35.72	35.71	28.57	144	27	27	21
110	101	800	HUAI BO KAEO - DENCHAI RAILWAY STATION	60	แพร่	แพร่	67	49	64.52	12.9	22.58	67	32	6	11
111	101	902	TO DENCHAI RAILWAY STATION	30	แพร่	แพร่	149	188	64.52	12.9	22.58	149	121	24	42
112	101	903	BYPASS PHRAE	10	แพร่	แพร่	781	580	64.52	12.9	22.58	781	374	75	131
113	101	1000	MUNI.OF PHRAE - RONG KWANG	30	แพร่	แพร่	1055	832	64.52	12.9	22.58	1055	537	107	188
114	101	1100	RONG KWANG - NAN DIST.	80	แพร่	แพร่	415	330	64.52	12.9	22.58	415	213	43	75
115	102	100	SISUTCHA NALAI - MUNI.OF UTTARADIT	50	สุโขทัย	กำแพงเพชร	288	264	35.72	35.71	28.57	288	94	94	75
116	103	100	JCT.R.NO.101(RONG KWANG) - PHAYAO DIST.	60	แพร่	แพร่	496	724	64.52	12.9	22.58	496	467	93	164

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
117	104	100	JCT.WANG CHAO - R.NO.1(TAK)	25	ตาก	กำแพงเพชร	83	25	35.72	35.71	28.57	83	9	9	7
118	105	301	HUAI MAELAMAO - MAENAM MEY	80	ตาก	กำแพงเพชร	312	309	35.72	35.71	28.57	312	110	110	88
119	105	400	MAE SOD - JCT.TO MAE RAMAD	220	ตาก	กำแพงเพชร	75	103	35.72	35.71	28.57	75	37	37	29
120	106	100	JCT.DON CHAI - LI	140	ลำพูน	แพร่	352	456	64.52	12.9	22.58	352	295	59	103
121	106	401	BAN PHAE - JCT.THA CHAK	40	ลำพูน	แพร่	1241	801	64.52	12.9	22.58	1241	517	103	181
122	107	101	MUNI.OF CHIANGMAI - KM.37+000	20	เชียงใหม่	แพร่	1562	570	64.52	12.9	22.58	1562	368	74	129
123	107	102	KM.37+000 - MAE TAENG BRIDGE(CHIANGMAI3 DIST)	135	เชียงใหม่	แพร่	530	213	64.52	12.9	22.58	530	138	28	48
124	108	400	JCT.HOT - HUAI BONG BRIDGE	180	เชียงใหม่	แพร่	277	197	64.52	12.9	22.58	277	127	25	44
125	109	100	MAE SALUAI - KM.34+838	60	เชียงราย	แพร่	314	174	64.52	12.9	22.58	314	112	22	39
126	111	100	JCT.R.NO.11(SAK LEK) - PHICHIT	10	พิจิตร	กำแพงเพชร	331	300	35.72	35.71	28.57	331	107	107	86
127	113	100	JCT.WANG CHOMPHU - CHON DAEN	60	เพชรบูรณ์	กำแพงเพชร	93	95	35.72	35.71	28.57	93	34	34	27
128	113	301	KM.21+450-JCT.IN TRAIN WAY STATION TAPHA HIN	20	พิจิตร	กำแพงเพชร	556	596	35.72	35.71	28.57	556	213	213	170
129	115	101	JCT.R.NO.1 - R.NO.1150103(BAN KILO SONG)	60	กำแพงเพชร	กำแพงเพชร	491	863	35.72	35.71	28.57	491	308	308	246
130	115	200	KM.53+000(KAMPHAENG PHET DIST.) - SAMNGAM	20	พิจิตร	กำแพงเพชร	256	377	35.72	35.71	28.57	256	135	135	108
131	115	401	BYPASS PHICHIT	10	พิจิตร	กำแพงเพชร	130	348	35.72	35.71	28.57	130	124	124	99
132	116	101	JCT.R.NO.106 - R.NO.1033	20	ลำพูน	แพร่	735	516	64.52	12.9	22.58	735	333	66	116
133	117	100	NAKHONSAWAN - PHICHIT DIST.	100	นครสวรรค์	กำแพงเพชร	681	1158	35.72	35.71	28.57	681	414	414	331
134	117	400	KM.99 +386(PHICHIT DIST.) - PHITSANULOK	25	พิจิตร	กำแพงเพชร	702	946	35.72	35.71	28.57	702	338	338	270
135	118	100	JCT.R.NO.11(CHIANGMAI DIST) - KM.20+000	70	เชียงใหม่	แพร่	342	107	64.52	12.9	22.58	342	69	14	24
136	118	400	MAE CHIDI (CHIANMAI DIST2) - KM.113+000	60	เชียงราย	แพร่	689	473	64.52	12.9	22.58	689	305	61	107
137	118	600	MAE SALUAI - R.NO.1(PA SAK)	30	เชียงราย	แพร่	278	143	64.52	12.9	22.58	278	92	18	32
138	120	100	JCT.R.NO.1(PHAYAO) - WANG NAU	60	พะเยา	แพร่	148	85	64.52	12.9	22.58	148	55	11	19
139	121	203	JCT.TO.R.NO.107-KONGPUN PATTANA 3	7.5	เชียงใหม่	แพร่	127	28	64.52	12.9	22.58	127	18	4	6
140	201	102	NAKHONRATCHASIMA 2 DIST.-JCT.TO DAN KHUNTHO	65	นครราชสีมา	นครราชสีมา	509	593	70.59	17.65	11.76	509	418	105	70
141	201	302	KM.72+880(LAMNARAI DIST.)-JCT.TO CHATURAT	50	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	856	1060	70.59	17.65	11.76	856	748	187	125
142	201	402	BYPASS CHAIYAPHUM	30	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	346	507	70.59	17.65	11.76	346	358	89	60
143	201	500	JCT.TO PHU KIEO - PHU DIN	70	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	569	649	70.59	17.65	11.76	569	458	115	76
144	201	800	JCT.NON HAN - HUAI YAE	90	ขอนแก่น	นครราชสีมา	393	269	70.59	17.65	11.76	393	190	48	32
145	201	1204	BYPASS WANG SAPHUNG(D) - JCT.LOEI DIST.	20	เลย	นครราชสีมา	729	458	70.59	17.65	11.76	729	323	81	54

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
146	201	1300	JCT. LOEI DIST. - JCT.TO CHIANG KLOM	20	เลย	นครราชสีมา	368	198	70.59	17.65	11.76	368	140	35	23
147	202	101	MUNI.OF CHAIYAPHUM - NONG WAENG	65	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	284	305	70.59	17.65	11.76	284	215	54	36
148	202	401	BAN SIDA - JCT.PRA THAI	25	นครราชสีมา	นครราชสีมา	207	228	70.59	17.65	11.76	207	161	40	27
149	202	500	KM. 0 - PHAYAK KAPHUM PHISAI	30	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	941	792	70.59	17.65	11.76	941	559	140	93
150	202	600	KM.49+919(PHAYAKKHAPHUM PHISAI)-	50	มหาสารคาม	นครราชสีมา	248	220	70.59	17.65	11.76	248	155	39	26
151	202	701	KM.70+000 - KASET WISAI	20	มหาสารคาม	นครราชสีมา	326	251	70.59	17.65	11.76	326	177	44	30
152	202	800	SUWANNAPHUM - YASOTHON	40	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	960	1556	70.59	17.65	11.76	960	1098	275	183
153	202	902	JCT.R.NO.23(YASOTHON) - LAM SE BRIDGE	50	ยโสธร	นครราชสีมา	540	361	70.59	17.65	11.76	540	255	64	42
154	202	1100	JCT.AMNAT CHAROEN - JCT.TO CHANUMAN	70	อำนาจเจริญ	นครราชสีมา	248	157	70.59	17.65	11.76	248	111	28	18
155	203	100	JCT.TO LOMSAK - LOMKAO	140	เพชรบูรณ์	กำแพงเพชร	242	113	35.72	35.71	28.57	242	40	40	32
156	205	101	BAN MI - MUNI.OF KHOK SAM RONG	10	ลพบุรี	อยุธยา	451	159	57.14	22.45	20.41	451	91	36	32
157	205	201	MUNI.OF KHOK SAM RONG-KM.212+455	30	ลพบุรี	อยุธยา	794	605	57.14	22.45	20.41	794	346	136	123
158	205	400	JCT.LAMNARAI(CHAIBADAN) - JCT.LAM SONTHI	110	ลพบุรี	อยุธยา	332	369	57.14	22.45	20.41	332	211	83	75
159	205	600	JCT.TO BAMNETNARONG - TO NONG BUA KHOK	60	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	309	255	70.59	17.65	11.76	309	180	45	30
160	205	801	NON THAI-CHO HO-NAKHONRATCHASIMA 2 DIST.	10	นครราชสีมา	นครราชสีมา	1025	742	70.59	17.65	11.76	1025	523	131	87
161	206	101	R.NO.2(TALAT KHAE) - PHIMAI	10	นครราชสีมา	นครราชสีมา	611	924	70.59	17.65	11.76	611	652	163	109
162	207	100	R.NO.2(BAN WAT)- JCT.TO PRA THAI	30	นครราชสีมา	นครราชสีมา	815	945	70.59	17.65	11.76	815	667	167	111
163	207	202	BAN KM.0 - NONG SONG HONG	30	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	345	360	70.59	17.65	11.76	345	254	64	42
164	208	101	JCT.R.NO.2 - MAHASARAKHAM DIST.	60	ขอนแก่น	นครราชสีมา	509	170	70.59	17.65	11.76	509	120	30	20
165	209	101	MUNI.OF KHON KAEN - JCT.CHIANG YUN	60	ขอนแก่น	นครราชสีมา	1407	823	70.59	17.65	11.76	1407	581	145	97
166	209	201	JCT.CHIANG YUN - KM. 38+552	20	มหาสารคาม	นครราชสีมา	1144	880	70.59	17.65	11.76	1144	621	155	103
167	210	101	JCT.R.NO.2(KAO NOI) - JCT.TO SRIBUNRUANG	50	อุดรธานี	นครราชสีมา	583	761	70.59	17.65	11.76	583	537	134	90
168	211	101	JCT.R.NO.2(NONG SONG HONG) -	20	หนองคาย	นครราชสีมา	432	316	70.59	17.65	11.76	432	223	56	37
169	211	200	THA BO - SI CHING MAI	170	หนองคาย	นครราชสีมา	178	86	70.59	17.65	11.76	178	61	15	10
170	212	101	TO MUANG NONKHAI	130	หนองคาย	นครราชสีมา	216	155	70.59	17.65	11.76	216	110	27	18
171	212	600	HUAI LEPMU BRIDGE - JCT.TO SEKA	180	หนองคาย	นครราชสีมา	154	95	70.59	17.65	11.76	154	67	17	11
172	212	1100	MUNI.OF NAKHON PHANOM - JCT.TO RENU NAKHON	60	นครพนม	นครราชสีมา	367	173	70.59	17.65	11.76	367	122	31	20
173	212	1302	NAKHONPANOM - DON SAWAN	140	นครพนม	นครราชสีมา	530	343	70.59	17.65	11.76	530	242	61	40
174	212	1601	JCT.AMNAT CHAROEN - JCT.PHANA	80	อำนาจเจริญ	นครราชสีมา	456	335	70.59	17.65	11.76	456	237	59	39

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
175	213	100	BYPASS MAHA SARAKHAM	20	มหาสารคาม	นครราชสีมา	927	544	70.59	17.65	11.76	927	384	96	64
176	213	102	KM.14+020 - KALASIN	20	กาฬสินธุ์	นครราชสีมา	942	1198	70.59	17.65	11.76	942	846	211	141
177	213	200	KALASIN - JCT.TALAT SOMDET	20	กาฬสินธุ์	นครราชสีมา	315	222	70.59	17.65	11.76	315	157	39	26
178	214	100	JCT.TO TALAT KALASIN - KM.28+000	50	กาฬสินธุ์	นครราชสีมา	576	340	70.59	17.65	11.76	576	240	60	40
179	214	301	ROI ET - KM.32+300(JATURAPAK PIMAN)	90	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	454	558	70.59	17.65	11.76	454	394	99	66
180	214	502	KM.1+000 - JCT.TO TALAT THA THUM	30	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	498	660	70.59	17.65	11.76	498	466	116	78
181	214	801	SURIN - R.NO.24(PRASAT)	40	สุรินทร์	นครราชสีมา	489	809	70.59	17.65	11.76	489	571	143	95
182	215	101	ROI ET - KM.2+500(SUWANNAPHUM)	50	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	434	294	70.59	17.65	11.76	434	208	52	35
183	217	100	VARINCHAMRAB- JCT.TO.PIBOONMAGNSAHAN	40	อุบลราชธานี	นครราชสีมา	398	272	70.59	17.65	11.76	398	192	48	32
184	217	201	JCT.TO PHIBUN MANGSAHAN - CHONG MAK	40	อุบลราชธานี	นครราชสีมา	530	1069	70.59	17.65	11.76	530	755	189	126
185	218	100	BURIRAM - NONG SONG HONG	40	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	299	221	70.59	17.65	11.76	299	156	39	26
186	219	100	JCT.R.NO.24(PRAKHONCHAI) - SALAENG THON	40	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	235	150	70.59	17.65	11.76	235	106	27	18
187	219	303	BURI RAM - NONG BUA CHAO PA	60	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	686	744	70.59	17.65	11.76	686	525	131	88
188	219	502	PHAYAKKHAPHUM PHISAI - NA CHUAK	70	มหาสารคาม	นครราชสีมา	153	53	70.59	17.65	11.76	153	37	9	6
189	220	101	SISAKET - KM.30+500	60	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	323	276	70.59	17.65	11.76	323	195	49	32
190	221	101	JCT.TO KHU KHAN(SISAKET) - BAN HAT	50	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	359	298	70.59	17.65	11.76	359	210	53	35
191	221	200	BAN HAI - JCT.TO KANTHARALAK	40	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	391	153	70.59	17.65	11.76	391	108	27	18
192	222	100	JCT.PHANG KHON - KM.31+153 BRIDGE	125	สกลนคร	นครราชสีมา	218	178	70.59	17.65	11.76	218	126	32	21
193	223	102	MUNI.OF SAKON NAKHON - JCT.TO NONG BO	70	สกลนคร	นครราชสีมา	362	184	70.59	17.65	11.76	362	130	33	22
194	225	100	JCT.R.NO.1(NAKHONSAWAN)-	70	นครสวรรค์	กำแพงเพชร	208	326	35.72	35.71	28.57	208	116	116	93
195	225	300	A.NONG BUA - SUB SOMBUN	50	นครสวรรค์	กำแพงเพชร	186	149	35.72	35.71	28.57	186	53	53	43
196	225	701	WANG KATA - KM.159+708	130	ชัยภูมิ	นครราชสีมา	447	283	70.59	17.65	11.76	447	200	50	33
197	226	101	JCT.TO R.NO.224(NAKHONRATCHASIMA)-	120	นครราชสีมา	นครราชสีมา	302	363	70.59	17.65	11.76	302	256	64	43
198	226	501	JCT.R.NO.218(BURIRAM) - BAN PLUANG	40	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	311	269	70.59	17.65	11.76	311	190	47	32
199	226	600	JCT.TO KRA SANG - MUNI.OF SURIN	100	บุรีรัมย์	นครราชสีมา	507	469	70.59	17.65	11.76	507	331	83	55
200	226	1003	BYPASS SISAKET	60	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	625	510	70.59	17.65	11.76	625	360	90	60
201	227	100	KALASIN - JCT.PHU SING	150	กาฬสินธุ์	นครราชสีมา	219	94	70.59	17.65	11.76	219	66	17	11
202	228	100	JCT.R.12(CHUM PHAE)-HUAI SAINANG	80	ขอนแก่น	นครราชสีมา	395	263	70.59	17.65	11.76	395	186	47	31
203	229	102	KM.29+878 - MANGHA KHIRI	50	ขอนแก่น	นครราชสีมา	312	95	70.59	17.65	11.76	312	67	17	11

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
204	230	100	OUTTER RING KHONKAEN	10	ขอนแก่น	นครราชสีมา	463	379	70.59	17.65	11.76	463	268	67	45
205	231	100	WESTERN OUTER RING ROAD	10	อุบลราชธานี	นครราชสีมา	424	430	70.59	17.65	11.76	424	304	76	51
206	302	100	JCT.KASET - KM.6+000(PRATHUMTHANI DIST.)	10	กรุงเทพ	สุราษฎร์ธานี	4745	1823	75	9.37	15.63	4745	1367	171	285
207	304	203	BYPASS CHACHOENG SAO(NORTH)	10	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	1549	3393	42.86	33.33	23.81	1549	1454	1131	808
208	304	401	JCT.PRACHINBURI - KHLONG RANG	30	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	1351	2049	42.86	33.33	23.81	1351	878	683	488
209	304	402	BYPASS PHANOM SARAKHAM	40	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	1048	2028	42.86	33.33	23.81	1048	869	676	483
210	304	600	JCT.KABINBURI - KM.30+794 BRIDGE	110	ปราจีนบุรี	นครนายก	864	973	73.91	17.39	8.7	864	719	169	85
211	305	101	JCT.R.NO.1(RANG SIT) - THANYABURI	70	ปทุมธานี	นครปฐม	1551	1809	69.57	11.59	18.84	1551	1259	210	341
212	308	100	JCT.R.NO.32 - BANG PAIN	5	อยุธยา	อยุธยา	948	964	57.14	22.45	20.41	948	551	216	197
213	309	101	JCT.WANG NOI - AYUTTHAYA	30	อยุธยา	อยุธยา	1827	974	57.14	22.45	20.41	1827	557	219	199
214	309	103	JCT.THANON SRISANPED - R.NO.3263	15	อยุธยา	อยุธยา	271	257	57.14	22.45	20.41	271	147	58	52
215	309	302	KM.56+756(AYUTTHAYA DIST.) -	15	อ่างทอง	อยุธยา	176	51	57.14	22.45	20.41	176	29	11	10
216	309	302	AYUTTHAYA DIST. - JCT.TO LOP BURI	30	สิงห์บุรี	อยุธยา	154	93	57.14	22.45	20.41	154	53	21	19
217	310	100	JCT.TO PHRA PHUTTHABAT SARABURI	20	สระบุรี	อยุธยา	304	66	57.14	22.45	20.41	304	38	15	13
218	311	100	THEPSATRI MOUNMENT - SING BURI	50	ลพบุรี	อยุธยา	620	816	57.14	22.45	20.41	620	466	183	167
219	315	100	JCT.CHONBURI - MUNI OF PHANAT NIKHOM	30	ชลบุรี	ชลบุรี	1678	1353	91.67	0	8.33	1678	1241	0	113
220	316	100	JCT.TO R.NO.3 - MUNI OF CHANTHABURI	5	จันทบุรี	ชลบุรี	509	198	91.67	0	8.33	509	182	0	16
221	317	101	JCT.R.NO.3 - JCT.TO CHAI DAEN(PONG NAM RON)	150	จันทบุรี	ชลบุรี	442	310	91.67	0	8.33	442	284	0	26
222	318	101	JCT.R.NO.3(TRAT) - KHLONG SAPHAN HIN	100	ตราด	ชลบุรี	217	256	91.67	0	8.33	217	235	0	21
223	319	101	JCT.R.NO.33(PAK PHLI)-JCT.TO SIMAHA PHO	40	ปราจีนบุรี	นครนายก	469	1141	73.91	17.39	8.7	469	844	198	99
224	320	100	JCT.R.NO.33 - PRACHINBURI RAILWAY STATION	10	ปราจีนบุรี	นครนายก	310	92	73.91	17.39	8.7	310	68	16	8
225	321	100	JCT.R.NO.4 (NAKHON PATHOM)-KM.88+000	90	นครปฐม	นครปฐม	958	2099	69.57	11.59	18.84	958	1460	243	395
226	321	301	JCT.UTHONG - KM.143+000	30	สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	422	599	50	38.24	11.76	422	300	229	70
227	323	101	JCT.KRACHAP - BYPASS BAN PONG(O)	30	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	1836	11499	50	38.24	11.76	1836	5749	4397	1352
228	323	201	JCT.TO PHRATHAEN DONGRANG - KM.116+000	15	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	1736	2348	50	38.24	11.76	1736	1174	898	276
229	323	202	KM.116+000 - MUNI OF KANCHANBURI	15	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	1153	1201	50	38.24	11.76	1153	601	459	141
230	323	203	JCT.TO PHRATHAEN DONGRANG-R.NO.323	15	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	294	389	50	38.24	11.76	294	195	149	46
231	323	204	BYPASS KANCHANABURI	210	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	231	201	50	38.24	11.76	231	100	77	24
232	324	100	MUNI OF KANCHANABURI - KM.23+072	20	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	464	478	50	38.24	11.76	464	239	183	56

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
233	324	201	JCT.TO PHRATHAEN DONGRANG - KM.30+000	30	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	427	657	50	38.24	11.76	427	329	251	77
234	325	100	JCT.E-CHANG - KHLONG DAM NOENSADUAK	50	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	485	713	50	38.24	11.76	485	357	273	84
235	329	100	HIN KONG - PHACHI	30	สระบุรี	อยุธยา	508	2144	57.14	22.45	20.41	508	1225	481	438
236	329	200	PACHI(SARABURI DIST.)-BANG PA HAN	15	อยุธยา	อยุธยา	299	1321	57.14	22.45	20.41	299	755	297	270
237	329	300	BANG PA HAN - PAMONG - SUPHANBURI 1 DIST.	30	อยุธยา	อยุธยา	351	761	57.14	22.45	20.41	351	435	171	155
238	330	100	JCT RATCHABURI	5	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	382	181	50	38.24	11.76	382	91	69	21
239	331	100	JCT.R.NO.3(SATAHIB) - PONG SAKET	30	ชลบุรี	ชลบุรี	464	699	91.67	0	8.33	464	641	0	58
240	331	200	PONG SAKET - CHONBURI 1 DIST.	40	ชลบุรี	ชลบุรี	591	979	91.67	0	8.33	591	897	0	82
241	331	200	KM.60+000(NONG PUE) - KM.70+000(CHONBURI 2)	70	ชลบุรี	ชลบุรี	619	1363	91.67	0	8.33	619	1250	0	114
242	332	100	KHAO PHAT YANG - KHLONG PAI	10	ระยอง	ชลบุรี	468	915	91.67	0	8.33	468	839	0	76
243	333	100	JCT.R.NO.321(UTHONG) - SA KRACHOM	180	สุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี	348	228	50	38.24	11.76	348	114	87	27
244	344	200	BAN BUNG - KHLONG PHU	70	ชลบุรี	ชลบุรี	910	1062	91.67	0	8.33	910	973	0	88
245	345	100	NONTHABURI BRIDGE - JCT.R.NO.9	10	นนทบุรี	นครปฐม	3702	4676	69.57	11.59	18.84	3702	3253	542	881
246	346	300	JCT.TO PATHUMTHANI - R.NO.340	40	ปทุมธานี	นครปฐม	1240	2917	69.57	11.59	18.84	1240	2029	338	550
247	346	601	KAMPHAEG SAE - KM.36+000	30	นครปฐม	นครปฐม	224	1597	69.57	11.59	18.84	224	1111	185	301
248	347	100	BANG PA IN - BANG PA HAN	20	อยุธยา	อยุธยา	809	1972	57.14	22.45	20.41	809	1127	443	403
249	348	101	JCT.R.MO.33 ARANYAPRATHET - TA PHRAYA	140	สระแก้ว	สระแก้ว	301	260	66.67	18.52	14.81	301	173	48	39
250	349	100	PHANAT NIKHOM - R.NO.344 NONG SAK	20	ชลบุรี	ชลบุรี	951	561	91.67	0	8.33	951	514	0	47
251	401	100	JCT.TO TA KUA PA - KM.121+914 BRIDGE	70	พังงา	สุราษฎร์ธานี	74	39	75	9.37	15.63	74	29	4	6
252	401	400	KM.61+924 BRIDGE - KM.32+001 BRIDGE	50	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	655	942	75	9.37	15.63	655	707	88	147
253	401	602	BYPASS SURATTHANI	170	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	622	655	75	9.37	15.63	622	491	61	102
254	402	101	JCT.KHOK KLOI - JCT.SARASIN BRIDGE	50	พังงา	สุราษฎร์ธานี	586	954	75	9.37	15.63	586	715	89	149
255	403	101	MUNI.OF NAKHONSITHAMMARAT - RON PHIBUN	30	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	2182	2058	75	9.37	15.63	2182	1543	193	322
256	403	200	JCT.R.NO.41 - MUNI.OF PAK PHRAEK	40	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	286	445	75	9.37	15.63	286	334	42	70
257	404	100	MUNI.OF TRANG - DAN YONG SATA	50	ตรัง	สุราษฎร์ธานี	300	176	75	9.37	15.63	300	132	16	27
258	406	100	KHUAN NIENG - JCT.KHU HA	60	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	713	323	75	9.37	15.63	713	242	30	50
259	407	100	MUNI.OF SONG KHLA - JCT.KHO HONG	10	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	544	898	75	9.37	15.63	544	673	84	140
260	408	101	MUNI.OF NAKHON SI THAMMARAT	160	นครศรีธรรมราช	สุราษฎร์ธานี	441	438	75	9.37	15.63	441	329	41	69
261	408	702	JCT.TO THUNG WANG - SONG KHLA	20	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	214	128	75	9.37	15.63	214	96	12	20

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
262	409	100	JCT.NA KET - JCT.BAN NIANG	40	ปัตตานี	สุราษฎร์ธานี	390	532	75	9.37	15.63	390	399	50	83
263	410	101	MUNI OF PATTANI - YARANG	30	ปัตตานี	สุราษฎร์ธานี	259	287	75	9.37	15.63	259	215	27	45
264	410	200	MUNI.OF YALA - JCT.TO BAN NANG SATA	140	ยะลา	สุราษฎร์ธานี	85	62	75	9.37	15.63	85	47	6	10
265	414	101	NAM KA JAI - R.NO.43	15	สงขลา	สุราษฎร์ธานี	436	781	75	9.37	15.63	436	586	73	122
266	415	100	JCT.R.NO.401(PHANOM) - SURAT/KRABI	50	สุราษฎร์ธานี	สุราษฎร์ธานี	494	607	75	9.37	15.63	494	456	57	95
267	416	100	KM.40+500(SATUN DIST) - PA LIAN	100	ตรัง	สุราษฎร์ธานี	392	203	75	9.37	15.63	392	152	19	32
268	1020	100	JCT.R.NO.1(CHIANGRAI) - PONG KLUA	60	เชียงราย	แพร่	280	174	64.52	12.9	22.58	280	112	22	39
269	1021	100	JCT.R.NO.1(MAE TUM) - CHUN	60	พะเยา	แพร่	283	205	64.52	12.9	22.58	283	132	26	46
270	1021	202	KM.59+100(PHA YAO DIST) -	25	พะเยา	แพร่	541	205	64.52	12.9	22.58	541	132	26	46
271	1021	203	BYPASS CHIANG KHAM	25	พะเยา	แพร่	387	221	64.52	12.9	22.58	387	142	28	50
272	1048	101	JCT.R.NO.101(SAWANKHALOK) - THUNG SALIAM	100	สุโขทัย	กำแพงเพชร	126	101	35.72	35.71	28.57	126	36	36	29
273	1080	204	JCT.TO CHIANG KLANG AIRPORT	40	น่าน	แพร่	192	81	64.52	12.9	22.58	192	53	11	18
274	1089	100	FANG - THA TON	90	เชียงใหม่	แพร่	204	33	64.52	12.9	22.58	204	21	4	7
275	1091	400	BAN LUANG - NAN	130	น่าน	แพร่	192	174	64.52	12.9	22.58	192	112	22	39
276	1095	100	JCT.R.NO.107 (MAEMALAI) - PAPAE	200	เชียงใหม่	แพร่	179	66	64.52	12.9	22.58	179	43	9	15
277	2040	101	MAHASARAKHAM - VAPEE PHATHUM	40	มหาสารคาม	นครราชสีมา	278	345	70.59	17.65	11.76	278	244	61	41
278	2042	101	JCT.R.NO.213(NONG WAENG) - KM.19+050	40	กาฬสินธุ์	นครราชสีมา	596	213	70.59	17.65	11.76	596	151	38	25
279	2042	300	KM.60+000 - KHAM CHA-I	20	มุกดาหาร	นครราชสีมา	235	217	70.59	17.65	11.76	235	153	38	25
280	2044	100	ROI ET - KM.33+900	40	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	258	238	70.59	17.65	11.76	258	168	42	28
281	2045	100	ROI ET - R.NO.2040(WAPI PATHUM)	35	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	598	478	70.59	17.65	11.76	598	337	84	56
282	2045	200	WAPI PATHUM - PHAYAKKHAPHUM PHISAI	45	มหาสารคาม	นครราชสีมา	811	612	70.59	17.65	11.76	811	432	108	72
283	2046	102	SELAPHUM - PHON THONG	30	ร้อยเอ็ด	นครราชสีมา	499	293	70.59	17.65	11.76	499	207	52	34
284	2062	100	JCT.R.NO.12(BAN THUM) - R.NO.229	40	ขอนแก่น	นครราชสีมา	382	175	70.59	17.65	11.76	382	124	31	21
285	2063	100	BORABU - WAPI PATHUM	30	มหาสารคาม	นครราชสีมา	264	125	70.59	17.65	11.76	264	88	22	15
286	2083	101	SOM POI NOI - RASI SALAI(YASOTHON DIST.)	60	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	235	108	70.59	17.65	11.76	235	76	19	13
287	2085	102	KANTHARALAK - KANTHARAROM	40	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	288	236	70.59	17.65	11.76	288	167	42	28
288	2086	100	JCT.R.NO.2083(RASI SALAI)-BAN PHUNG-BAN DAN	50	ศรีสะเกษ	นครราชสีมา	269	424	70.59	17.65	11.76	269	299	75	50
289	2169	101	MUNI.OF YASOTHON -KM.34+000(KUT CHUM)	60	ยโสธร	นครราชสีมา	389	364	70.59	17.65	11.76	389	257	64	43
290	2178	100	WARINCHAMRAP - NONG HAI - NONG NGU LUAM	40	อุบลราชธานี	นครราชสีมา	441	628	70.59	17.65	11.76	441	443	111	74

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

ตารางที่ ก-1 ปริมาณการจราจรรถบรรทุกปี พ.ศ. 2542 (ต่อ)

ID	หมายเลข	จุดควบคุม	ชื่อสายทาง	ระยะ(กม.)	จังหวัด	ภูมิภาค ด่านชั่ง	MT_ALL	HT_ALL	%รถ10ล้อ	%รถกึ่งพ่วง	%รถพ่วง	รถ 6 ล้อ	รถ 10 ล้อ	รถกึ่งพ่วง	รถพ่วง
291	3077	102	JCT.R.NO.3077 0101 - NOEN HOM	40	ปราจีนบุรี	นครนายก	74	17	73.91	17.39	8.7	74	13	3	2
292	3087	102	BYPASS CHOM BUNG	30	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	178	164	50	38.24	11.76	178	82	63	19
293	3111	100	PATHUMTHANI - SAM KHOK	30	ปทุมธานี	นครปฐม	962	970	69.57	11.59	18.84	962	675	112	183
294	3111	203	JCT.TO MAI TA	20	อยุธยา	อยุธยา	386	495	57.14	22.45	20.41	386	283	111	101
295	3209	101	THA MAKA - KM.4+000 (RATBURI DIST.)	60	กาญจนบุรี	สุพรรณบุรี	193	330	50	38.24	11.76	193	165	126	39
296	3222	100	KAENG KHOI - BANNA	40	สระบุรี	อยุธยา	471	1864	57.14	22.45	20.41	471	1065	418	380
297	3259	102	JCT.TO KO LOY	100	ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	497	309	42.86	33.33	23.81	497	133	103	74
298	3274	100	JCT.BUA KHAO(CHOM BUNG) - R.NO.3209	20	ราชบุรี	สุพรรณบุรี	582	397	50	38.24	11.76	582	199	152	47

MT=รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ , HT=รถยนต์บรรทุก 10 ล้อ และรวมถึงรถพ่วง

ที่มา : กองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ค่าคงที่ของปริมาณรถบรรทุก6 ล้อในปีใดๆเทียบเท่ากับปี พ.ศ. 2542

zone	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
กรุงเทพมหานคร	0.502	0.575	0.659	0.756	0.866	0.992	0.996	1.000	1.004	1.008	1.058	1.111	1.166	1.224	1.285	1.348	1.414	1.483	1.555	1.631	1.710	1.794	1.881	1.973	2.069	2.170
ปริมณฑล	0.456	0.531	0.619	0.722	0.841	0.980	0.990	1.000	1.010	1.020	1.077	1.137	1.201	1.268	1.339	1.414	1.493	1.576	1.664	1.757	1.855	1.958	2.068	2.183	2.305	2.434
ภาคกลาง	0.396	0.473	0.566	0.677	0.810	0.969	0.984	1.000	1.016	1.032	1.091	1.153	1.219	1.289	1.363	1.433	1.507	1.585	1.667	1.754	1.844	1.940	2.040	2.146	2.257	2.374
ภาคตะวันตก	0.516	0.587	0.669	0.763	0.869	0.990	0.995	1.000	1.005	1.010	1.062	1.116	1.173	1.232	1.295	1.362	1.432	1.506	1.583	1.665	1.750	1.840	1.935	2.034	2.139	2.249
ภาคตะวันออก	0.466	0.542	0.630	0.732	0.851	0.989	0.995	1.000	1.005	1.011	1.063	1.118	1.176	1.237	1.301	1.368	1.440	1.514	1.593	1.676	1.763	1.854	1.951	2.052	2.159	2.271
ภาคใต้ตอนบน	0.567	0.635	0.711	0.796	0.891	0.997	0.998	1.000	1.002	1.003	1.050	1.100	1.151	1.205	1.262	1.322	1.385	1.450	1.519	1.591	1.666	1.745	1.828	1.915	2.006	2.101
ภาคใต้ตอนล่าง	0.558	0.627	0.704	0.792	0.890	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.046	1.095	1.145	1.198	1.253	1.311	1.372	1.435	1.502	1.571	1.644	1.721	1.800	1.884	1.971	2.062
ภาคเหนือตอนบน	0.511	0.583	0.664	0.757	0.864	0.985	0.992	1.000	1.008	1.015	1.066	1.120	1.176	1.235	1.297	1.360	1.426	1.496	1.568	1.644	1.724	1.807	1.895	1.987	2.083	2.185
ภาคเหนือตอนล่าง	0.595	0.660	0.732	0.812	0.901	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.047	1.095	1.146	1.199	1.255	1.313	1.374	1.439	1.506	1.576	1.650	1.727	1.807	1.892	1.980	2.072
ภาคอีสานตอนบน	0.547	0.617	0.696	0.785	0.886	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.048	1.097	1.149	1.203	1.260	1.320	1.383	1.449	1.519	1.591	1.667	1.747	1.830	1.918	2.009	2.105
ภาคอีสานตอนล่าง	0.527	0.599	0.680	0.772	0.876	0.995	0.997	1.000	1.003	1.005	1.054	1.104	1.157	1.212	1.270	1.330	1.394	1.460	1.530	1.603	1.679	1.759	1.843	1.931	2.022	2.119
ทั้งประเทศ	0.510	0.583	0.665	0.760	0.867	0.990	0.995	1.000	1.005	1.010	1.060	1.113	1.169	1.227	1.289	1.353	1.419	1.490	1.563	1.641	1.722	1.807	1.896	1.990	2.088	2.192

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ค่าคงที่ของปริมาณรถบรรทุก10 ล้อขึ้นไปในปีใดๆเทียบเท่ากับปี พ.ศ. 2542

zone	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559	2560
กรุงเทพมหานคร	0.565	0.633	0.709	0.793	0.888	0.995	0.997	1.000	1.003	1.005	1.059	1.115	1.175	1.237	1.303	1.370	1.440	1.513	1.591	1.672	1.758	1.848	1.942	2.042	2.146	2.256
ปริมณฑล	0.520	0.590	0.671	0.762	0.865	0.982	0.991	1.000	1.009	1.018	1.079	1.143	1.212	1.284	1.361	1.441	1.525	1.614	1.709	1.809	1.916	2.028	2.147	2.273	2.406	2.547
ภาคกลาง	0.469	0.541	0.626	0.723	0.836	0.966	0.983	1.000	1.017	1.034	1.099	1.167	1.240	1.317	1.399	1.476	1.557	1.643	1.733	1.828	1.929	2.035	2.147	2.265	2.390	2.521
ภาคตะวันตก	0.580	0.645	0.718	0.800	0.890	0.991	0.995	1.000	1.005	1.009	1.065	1.123	1.185	1.251	1.320	1.392	1.467	1.547	1.632	1.721	1.814	1.913	2.017	2.127	2.243	2.365
ภาคตะวันออก	0.534	0.604	0.684	0.774	0.876	0.991	0.995	1.000	1.005	1.009	1.066	1.125	1.188	1.254	1.324	1.397	1.473	1.554	1.640	1.730	1.825	1.925	2.031	2.142	2.260	2.384
ภาคใต้ตอนบน	0.625	0.687	0.754	0.828	0.910	0.999	1.000	1.000	1.000	1.001	1.051	1.105	1.161	1.219	1.281	1.345	1.413	1.483	1.558	1.636	1.718	1.804	1.894	1.989	2.088	2.193
ภาคใต้ตอนล่าง	0.617	0.680	0.749	0.826	0.910	1.002	1.001	1.000	0.999	0.998	1.047	1.099	1.153	1.210	1.270	1.332	1.398	1.466	1.538	1.613	1.692	1.775	1.861	1.953	2.048	2.148
ภาคเหนือตอนบน	0.575	0.640	0.713	0.794	0.884	0.984	0.992	1.000	1.008	1.016	1.071	1.130	1.191	1.256	1.325	1.393	1.465	1.541	1.620	1.704	1.791	1.884	1.981	2.083	2.190	2.303
ภาคเหนือตอนล่าง	0.652	0.711	0.774	0.843	0.919	1.001	1.001	1.000	0.999	0.999	1.049	1.102	1.157	1.215	1.277	1.340	1.406	1.476	1.549	1.626	1.707	1.792	1.881	1.974	2.072	2.175
ภาคอีสานตอนบน	0.609	0.672	0.743	0.821	0.907	1.002	1.001	1.000	0.999	0.998	1.049	1.103	1.159	1.218	1.280	1.345	1.413	1.485	1.560	1.639	1.722	1.809	1.900	1.996	2.097	2.203
ภาคอีสานตอนล่าง	0.591	0.656	0.728	0.808	0.897	0.996	0.998	1.000	1.002	1.004	1.056	1.110	1.168	1.228	1.291	1.357	1.425	1.497	1.573	1.652	1.735	1.823	1.915	2.012	2.113	2.220
ทั้งประเทศ	0.574	0.641	0.714	0.797	0.889	0.992	0.996	1.000	1.004	1.008	1.063	1.120	1.181	1.244	1.311	1.380	1.452	1.528	1.608	1.692	1.781	1.874	1.972	2.075	2.184	2.298

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคอยุธยา

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	7769	9086	3570	3245
ปี พ.ศ. 2540	19016	18738	7362	6693
ปี พ.ศ. 2542	19629	19393	7620	6927
ปี พ.ศ. 2545	21412	21308	8372	7611
ปี พ.ศ. 2550	28136	28621	11245	10223
ปี พ.ศ. 2555	36206	37410	14698	13362
ปี พ.ศ. 2560	46592	48897	19211	17466

ตารางที่ ก-5 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคนครนายก

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	1305	1765	415	208
ปี พ.ศ. 2540	2771	3273	770	385
ปี พ.ศ. 2542	2801	3304	777	389
ปี พ.ศ. 2545	2977	3521	828	414
ปี พ.ศ. 2550	3832	4615	1086	543
ปี พ.ศ. 2555	4937	6029	1419	710
ปี พ.ศ. 2560	6360	7876	1853	927

ตารางที่ ก-6 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคฉะเชิงเทรา

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	6026	2632	2047	1462
ปี พ.ศ. 2540	12789	4880	3795	2711
ปี พ.ศ. 2542	12928	4926	3831	2737
ปี พ.ศ. 2545	13743	5250	4083	2917
ปี พ.ศ. 2550	17691	6881	5351	3823
ปี พ.ศ. 2555	22790	8990	6991	4994
ปี พ.ศ. 2560	29359	11744	9133	6524

ตารางที่ ก-7 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคชลบุรี

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	10780	11127	0	1011
ปี พ.ศ. 2540	22879	20631	0	1875
ปี พ.ศ. 2542	23127	20827	0	1893
ปี พ.ศ. 2545	24586	22196	0	2017
ปี พ.ศ. 2550	31648	29091	0	2643
ปี พ.ศ. 2555	40770	38004	0	3453
ปี พ.ศ. 2560	52522	49648	0	4511

ตารางที่ ก-8 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคสมุทรสาคร

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	9019	8009	822	1608
ปี พ.ศ. 2540	18339	14880	1522	2987
ปี พ.ศ. 2542	18627	15127	1546	3036
ปี พ.ศ. 2545	19934	16282	1663	3267
ปี พ.ศ. 2550	25896	21661	2211	4346
ปี พ.ศ. 2555	33655	28706	2928	5759
ปี พ.ศ. 2560	43751	38045	3878	7632

ตารางที่ ก-9 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคนครปฐม

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	3937	5088	848	1378
ปี พ.ศ. 2540	8466	9612	1601	2603
ปี พ.ศ. 2542	8636	9787	1630	2650
ปี พ.ศ. 2545	9301	10559	1759	2859
ปี พ.ศ. 2550	12208	14099	2349	3818
ปี พ.ศ. 2555	16018	18747	3123	5077
ปี พ.ศ. 2560	21018	24928	4153	6751

ตารางที่ ก-10 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคสุพรรณบุรี

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	9346	10761	8230	2531
ปี พ.ศ. 2540	17946	18401	14073	4328
ปี พ.ศ. 2542	18127	18569	14201	4367
ปี พ.ศ. 2545	19242	19770	15120	4650
ปี พ.ศ. 2550	24688	25840	19763	6078
ปี พ.ศ. 2555	31725	33690	25766	7924
ปี พ.ศ. 2560	40768	43923	33593	10331

ตารางที่ ก-11 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคแพร่

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	9001	5162	1032	1807
ปี พ.ศ. 2540	17347	8834	1766	3092
ปี พ.ศ. 2542	17615	8976	1795	3141
ปี พ.ศ. 2545	18784	9615	1922	3365
ปี พ.ศ. 2550	23963	12506	2500	4377
ปี พ.ศ. 2555	30366	16079	3215	5627
ปี พ.ศ. 2560	38481	20674	4133	7235

ตารางที่ ก-12 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคกำแพงเพชร

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	7266	3866	3865	3092
ปี พ.ศ. 2540	12212	5933	5932	4746
ปี พ.ศ. 2542	12217	5927	5926	4741
ปี พ.ศ. 2545	12788	6219	6217	4974
ปี พ.ศ. 2550	16042	7942	7940	6352
ปี พ.ศ. 2555	20153	10118	10115	8093
ปี พ.ศ. 2560	25318	12890	12886	10310

ตารางที่ ก-13 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคนครราชสีมา

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	26929	20006	5002	3333
ปี พ.ศ. 2540	50489	33594	8400	5597
ปี พ.ศ. 2542	50719	33694	8425	5613
ปี พ.ศ. 2545	53380	35537	8886	5920
ปี พ.ศ. 2550	67383	45645	11413	7604
ปี พ.ศ. 2555	85044	58393	14600	9728
ปี พ.ศ. 2560	107334	74700	18678	12445

ตารางที่ ก-14 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคสมุทรสระแก้ว

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	1174	817	227	181
ปี พ.ศ. 2540	2493	1515	421	336
ปี พ.ศ. 2542	2520	1529	425	340
ปี พ.ศ. 2545	2679	1629	453	362
ปี พ.ศ. 2550	3448	2136	593	474
ปี พ.ศ. 2555	4442	2790	775	620
ปี พ.ศ. 2560	5722	3645	1012	810

ตารางที่ ก-15 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคประจวบคีรีขันธ์

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	4180	6820	1364	454
ปี พ.ศ. 2540	8026	11663	2333	777
ปี พ.ศ. 2542	8106	11769	2354	784
ปี พ.ศ. 2545	8605	12531	2506	835
ปี พ.ศ. 2550	11041	16378	3276	1091
ปี พ.ศ. 2555	14188	21353	4271	1423
ปี พ.ศ. 2560	18232	27839	5568	1855

ตารางที่ ก-16 แสดงปริมาณการจราจรรถบรรทุกประเภทต่าง ๆ ในปีอนาคต บริเวณภูมิภาคสุราษฎร์ธานี

เวลา	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 10 ล้อ	รถบรรทุกกึ่งพ่วง	รถบรรทุกพ่วง
ปี พ.ศ. 2535	15459	16819	2101	3505
ปี พ.ศ. 2540	27418	27065	3381	5640
ปี พ.ศ. 2542	27467	27046	3379	5636
ปี พ.ศ. 2545	28798	28384	3546	5915
ปี พ.ศ. 2550	36170	36230	4526	7550
ปี พ.ศ. 2555	45486	46143	5765	9616
ปี พ.ศ. 2560	57202	58770	7342	12248

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา Do Nothing

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=4500	4501-6000	6001-9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	SUM(เว้นรถเปล่า)	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	8	3	5	0	0	0	0	0	8	1
		ร้อยละ	-	37.50	62.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	2	7	6	0	1	0	0	16	1
		ร้อยละ	-	12.50	43.75	37.50	0.00	6.25	0.00	0.00	100.00	
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	3	1	1	0	0	0	5	1
		ร้อยละ	-	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	0	5	1	0	0	0	0	6	1
		ร้อยละ	-	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
5	นครปฐม	จำนวนคัน	4	4	10	11	1	0	0	0	26	1
		ร้อยละ	-	15.38	38.46	42.31	3.85	0.00	0.00	0.00	100.00	
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	13	2	5	3	0	0	0	0	10	1
		ร้อยละ	-	20.00	50.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	4	0	0	0	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
8	แพร่	จำนวนคัน	2	5	3	5	0	0	0	0	13	1
		ร้อยละ	-	38.46	23.08	38.46	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	5	6	5	5	1	0	0	0	17	1
		ร้อยละ	-	35.29	29.41	29.41	5.88	0.00	0.00	0.00	100.00	
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	4	5	1	0	0	0	0	10	1
		ร้อยละ	-	40.00	50.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	3	5	5	1	0	0	0	14	1
		ร้อยละ	-	21.43	35.71	35.71	7.14	0.00	0.00	0.00	100.00	
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	1	2	1	0	0	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	25.00	50.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
13	อยุธยา	จำนวนคัน	3	3	8	8	3	1	0	0	23	1
		ร้อยละ	-	13.04	34.78	34.78	13.04	4.35	0.00	0.00	100.00	
	Sum	จำนวนคัน	43	33	67	47	7	2	0	0	156	1
		ร้อยละ	-	21.15	42.95	30.13	4.49	1.28	0.00	0.00	100.00	

ตารางที่ ข-2 จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 12 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=4500	4501-6000	6001-9000	Old9001-12000	Add9001-12000	New9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	SUM Do Nothing	SUM Force21T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	8	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.000
		ร้อยละ	-	37.50	62.50			0.00							100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	2	7	6	2	8	0	1	0	0	16	17	1.063
		ร้อยละ	-	11.76	41.18			47.06							100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	3	1	2	3	1	0	0	0	5	6	1.200
		ร้อยละ	-	0.00	50.00			50.00							100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	0	5	1	0	1	0	0	0	0	6	6	1.000
		ร้อยละ	-	0.00	83.33			16.67							100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	4	4	10	11	2	13	1	0	0	0	26	27	1.038
		ร้อยละ	-	14.81	37.04			48.15							100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	13	2	5	3	0	3	0	0	0	0	10	10	1.000
		ร้อยละ	-	20.00	50.00			30.00							100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.000
		ร้อยละ	-	0.00	100.00			0.00							100
8	แพร่	จำนวนคัน	2	5	3	5	0	5	0	0	0	0	13	13	1.000
		ร้อยละ	-	38.46	23.08			38.46							100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	5	6	5	5	2	7	1	0	0	0	17	18	1.059
		ร้อยละ	-	33.33	27.78			38.89							100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	4	5	1	0	1	0	0	0	0	10	10	1.000
		ร้อยละ	-	40.00	50.00			10.00							100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	3	5	5	2	7	1	0	0	0	14	15	1.071
		ร้อยละ	-	20.00	33.33			46.67							100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	4	4	1.000
		ร้อยละ	-	25.00	50.00			25.00							100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	3	3	8	8	6	14	3	1	0	0	23	25	1.087
		ร้อยละ	-	12.00	32.00			56.00							100
	SUM	จำนวนคัน		33	67			63					156	163	1.045
		ร้อยละ		20.25	41.10			38.65							100

ตารางที่ ข-3 จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 14.5 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=4500	4501-6000	6001-9000	9001-12000	Old12001-15000	Add12001-15000	New12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	SUM Do Nothing	SUM Force14.5T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	8	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ	-	37.50	62.50	0.00			0.00						100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	2	7	6	0	2	2	1	0	0	16	17	1.06250
		ร้อยละ	-	11.76	41.18	35.29			11.76						100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	3	1	1	0	1	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	60.00	20.00			20.00						100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	83.33	16.67			0.00						100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	4	4	10	11	1	0	1	0	0	0	26	26	1.00000
		ร้อยละ	-	15.38	38.46	42.31			3.85						100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	13	2	5	3	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	20.00	50.00	30.00			0.00						100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	100.00	0.00			0.00						100
8	แพร่	จำนวนคัน	2	5	3	5	0	0	0	0	0	0	13	13	1.00000
		ร้อยละ	-	38.46	23.08	38.46			0.00						100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	5	6	5	5	1	0	1	0	0	0	17	17	1.00000
		ร้อยละ	-	35.29	29.41	29.41			5.88						100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	40.00	50.00	10.00			0.00						100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	3	5	5	1	0	1	0	0	0	14	14	1.00000
		ร้อยละ	-	21.43	35.71	35.71			7.14						100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	50.00	25.00			0.00						100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	3	3	8	8	3	2	5	1	0	0	23	24	1.04348
		ร้อยละ	-	12.50	33.33	33.33			20.83						100
	SUM	จำนวนคัน		33	67	47			11				156	158	1.01282
		ร้อยละ		20.89	42.41	29.75			6.96						100

ตารางที่ ข-4 จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 17 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=4500	4501-6000	6001-9000	9001-12000	12001-15000	Old15001-18000	Add15001-18000	New15001-18000	18001-21000	21001-24000	SUM Do Nothing	SUM Force14.5T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	8	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ	-	37.50	62.50	0.00	0.00			0.00					100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	2	7	6	0	1	0	1	0	0	16	16	1.00000
		ร้อยละ	-	12.50	43.75	37.50	0.00			6.25					100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	60.00	20.00	20.00			0.00					100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	83.33	16.67	0.00			0.00					100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	4	4	10	11	1	0	0	0	0	0	26	26	1.00000
		ร้อยละ	-	15.38	38.46	42.31	3.85			0.00					100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	13	2	5	3	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	20.00	50.00	30.00	0.00			0.00					100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	100.00	0.00	0.00			0.00					100
8	แพร่	จำนวนคัน	2	5	3	5	0	0	0	0	0	0	13	13	1.00000
		ร้อยละ	-	38.46	23.08	38.46	0.00			0.00					100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	5	6	5	5	1	0	0	0	0	0	17	17	1.00000
		ร้อยละ	-	35.29	29.41	29.41	5.88			0.00					100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	40.00	50.00	10.00	0.00			0.00					100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	3	5	5	1	0	0	0	0	0	14	14	1.00000
		ร้อยละ	-	21.43	35.71	35.71	7.14			0.00					100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	50.00	25.00	0.00			0.00					100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	3	3	8	8	3	1	0	1	0	0	23	23	1.00000
		ร้อยละ	-	13.04	34.78	34.78	13.04			4.35					100
	SUM	จำนวนคัน		33	67	47	7			2			154	156	1.01299
		ร้อยละ		21.15	42.95	30.13	4.49			1.28					100

ตารางที่ ข-5 จำนวนรถบรรทุก 6 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 19.4 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=4500	4501-6000	6001-9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	Old18001-21000	Add18001-21000	New18001-21000	21001-24000	SUM Do Nothing	SUM Force14.5T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	8	3	5	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ	-	37.50	62.50	0.00	0.00	0.00			0.00				100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	2	7	6	0	1	0	0	0	0	16	16	1.00000
		ร้อยละ	-	12.50	43.75	37.50	0.00	6.25			0.00				100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00			0.00				100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00			0.00				100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	4	4	10	11	1	0	0	0	0	0	26	26	1.00000
		ร้อยละ	-	15.38	38.46	42.31	3.85	0.00			0.00				100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	13	2	5	3	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	20.00	50.00	30.00	0.00	0.00			0.00				100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00			0.00				100
8	แพร่	จำนวนคัน	2	5	3	5	0	0	0	0	0	0	13	13	1.00000
		ร้อยละ	-	38.46	23.08	38.46	0.00	0.00			0.00				100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	5	6	5	5	1	0	0	0	0	0	17	17	1.00000
		ร้อยละ	-	35.29	29.41	29.41	5.88	0.00			0.00				100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	40.00	50.00	10.00	0.00	0.00			0.00				100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	3	5	5	1	0	0	0	0	0	14	14	1.00000
		ร้อยละ	-	21.43	35.71	35.71	7.14	0.00			0.00				100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	50.00	25.00	0.00	0.00			0.00				100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	3	3	8	8	3	1	0	0	0	0	23	23	1.00000
		ร้อยละ	-	13.04	34.78	34.78	13.04	4.35			0.00				100
	Sum	จำนวนคัน		33	67	47	7	2			0		156	156	1.00000
		ร้อยละ		21.15	42.95	30.13	4.49	1.28			0.00				100

ตารางที่ ข-6 จำนวนรถบรรทุก 10 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา Do Nothing

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	24001-27000	27001-30000	30001-33000	33001-35000	35001-38000	SUM(เว้นรถเปล่า)	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	1	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	9	1
		ร้อยละ	-	44.44	22.22	22.22	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	7	1
		ร้อยละ	-	28.57	28.57	0.00	42.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	6	0	5	2	1	6	8	4	1	0	33	1
		ร้อยละ	-	18.18	0.00	15.15	6.06	3.03	18.18	24.24	12.12	3.03	0.00	100	
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	2	1	1	4	5	1	0	2	0	0	16	1
		ร้อยละ	-	12.50	6.25	6.25	25.00	31.25	6.25	0.00	12.50	0.00	0.00	100	
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	3	3	6	13	8	4	5	4	1	0	47	1
		ร้อยละ	-	6.38	6.38	12.77	27.66	17.02	8.51	10.64	8.51	2.13	0.00	100	
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	2	2	2	5	1	0	0	0	0	0	0	10	1
		ร้อยละ	-	20.00	20.00	50.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	1	5	4	11	5	4	0	0	0	0	0	29	1
		ร้อยละ	-	17.24	13.79	37.93	17.24	13.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	3	8	3	5	1	0	0	0	0	20	1
		ร้อยละ	-	0.00	15.00	40.00	15.00	25.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	3	4	1	4	5	2	0	1	0	0	0	17	1
		ร้อยละ	-	23.53	5.88	23.53	29.41	11.76	0.00	5.88	0.00	0.00	0.00	100	
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	6	6	0	0	2	3	0	1	0	0	0	12	1
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	16.67	25.00	0.00	8.33	0.00	0.00	0.00	100	
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	3	2	2	2	2	3	2	1	0	0	0	14	1
		ร้อยละ	-	14.29	14.29	14.29	14.29	21.43	14.29	7.14	0.00	0.00	0.00	100	
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	3	3	6	8	3	0	0	0	0	0	23	1
		ร้อยละ	-	13.04	13.04	26.09	34.78	13.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
13	อยุธยา	จำนวนคัน	1	1	3	0	6	4	3	6	4	0	0	27	1
		ร้อยละ	-	3.70	11.11	0.00	22.22	14.81	11.11	22.22	14.81	0.00	0.00	100	
	Sum	จำนวนคัน	22	40	26	50	55	38	17	22	14	2	0	264	1
		ร้อยละ	-	15.15	9.85	18.94	20.83	14.39	6.44	8.33	5.30	0.76	0.00	100	

ตารางที่ ข-7 จำนวนรถบรรทุก 10 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 21 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	Old18001-21000	Add 18001-21000	New 18001-21000	21001-24000	24001-27000	27001-30000	30001-33000	33001-35000	35001-38000	SUM DoNothing	SUM Force21T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	1	4	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	9	1.00000
		ร้อยละ		44.44	22.22	22.22			11.11									100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	2	2	2	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	7	7	1.00000
		ร้อยละ		28.57	28.57	0.00			42.86									100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	6	0	5	2	32	34	1	6	8	4	1	0	33	45	1.36364
		ร้อยละ		13.33	0.00	11.11			75.56									100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	2	1	1	4	11	15	5	1	0	2	0	0	16	19	1.18750
		ร้อยละ		10.53	5.26	5.26			78.95									100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	3	3	6	13	33	46	8	4	5	4	1	0	47	58	1.23404
		ร้อยละ		5.17	5.17	10.34			79.31									100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	2	2	2	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ		20.00	20.00	50.00			10.00									100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	1	5	4	11	5	5	10	4	0	0	0	0	0	29	30	1.03448
		ร้อยละ		16.67	13.33	36.67			33.33									100
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	3	8	3	7	10	5	1	0	0	0	0	20	21	1.05000
		ร้อยละ		0.00	14.29	38.10			47.62									100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	3	4	1	4	5	4	9	2	0	1	0	0	0	17	18	1.05882
		ร้อยละ		22.22	5.56	22.22			50.00									100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	6	6	0	0	2	5	7	3	0	1	0	0	0	12	13	1.08333
		ร้อยละ		46.15	0.00	0.00			53.85									100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	3	2	2	2	2	8	10	3	2	1	0	0	0	14	16	1.14286
		ร้อยละ		12.50	12.50	12.50			62.50									100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	3	3	6	8	4	12	3	0	0	0	0	0	23	24	1.04348
		ร้อยละ		12.50	12.50	25.00			50.00									100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	1	1	3	0	6	26	32	4	3	6	4	0	0	27	36	1.33333
		ร้อยละ		2.78	8.33	0.00			88.89									100
	Sum	จำนวนคัน	22	40	26	50			190							264	306	1.15909
		ร้อยละ	-	13.07	8.50	16.34			62.09									100

ตารางที่ ข-8 จำนวนรถบรรทุก 10 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 25 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	Old24001-27000	Add24001-27000	New24001-27000	27001-30000	30001-33000	33001-35000	35001-38000	SUM DoNothing	SUM Force25T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	1	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	1.00000
		ร้อยละ		44.44	22.22	22.22	11.11	0.00			0.00							100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	1.00000
		ร้อยละ		28.57	28.57	0.00	42.86	0.00			0.00							100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	6	0	5	2	1	6	17	23	8	4	1	0	33	37	1.12121
		ร้อยละ		16.22	0.00	13.51	5.41	2.70			62.16							100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	2	1	1	4	5	1	3	4	0	2	0	0	16	17	1.06250
		ร้อยละ		11.76	5.88	5.88	23.53	29.41			23.53							100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	3	3	6	13	8	4	14	18	5	4	1	0	47	51	1.08511
		ร้อยละ		5.88	5.88	11.76	25.49	15.69			35.29							100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	2	2	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ		20.00	20.00	50.00	10.00	0.00			0.00							100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	1	5	4	11	5	4	0	0	0	0	0	0	0	29	29	1.00000
		ร้อยละ		17.24	13.79	37.93	17.24	13.79			0.00							100
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	3	8	3	5	1	0	1	0	0	0	0	20	20	1.00000
		ร้อยละ		0.00	15.00	40.00	15.00	25.00			5.00							100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	3	4	1	4	5	2	0	2	2	1	0	0	0	17	18	1.05882
		ร้อยละ		22.22	5.56	22.22	27.78	11.11			11.11							100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	6	6	0	0	2	3	0	2	2	1	0	0	0	12	13	1.08333
		ร้อยละ		46.15	0.00	0.00	15.38	23.08			15.38							100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	3	2	2	2	2	3	2	2	4	1	0	0	0	14	15	1.07143
		ร้อยละ		13.33	13.33	13.33	13.33	20.00			26.67							100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	3	3	6	8	3	0	0	0	0	0	0	0	23	23	1.00000
		ร้อยละ		13.04	13.04	26.09	34.78	13.04			0.00							100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	1	1	3	0	6	4	3	13	16	6	4	0	0	27	30	1.11111
		ร้อยละ		3.33	10.00	0.00	20.00	13.33			53.33							100
	Sum	จำนวนคัน	22	40	26	50	55	38			70					264	279	1.05682
		ร้อยละ	-	14.34	9.32	17.92	19.71	13.62			25.09							100

ตารางที่ ข-9 จำนวนรถบรรทุก 10 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 30 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	24001-27000	Old27001-30000	Add27001-30000	New27001-30000	30001-33000	33001-35000	35001-38000	SUM DoNothing	SUM Force30T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	1	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	1.00000
		ร้อยละ		44.44	22.22	22.22	11.11	0.00	0.00			0.00						100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	1.00000
		ร้อยละ		28.57	28.57	0.00	42.86	0.00	0.00			0.00						100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	6	0	5	2	1	6	8	6	14	4	1	0	33	34	1.03030
		ร้อยละ		17.65	0.00	14.71	5.88	2.94	17.65			41.18						100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	2	1	1	4	5	1	0	3	3	2	0	0	16	17	1.06250
		ร้อยละ		11.76	5.88	5.88	23.53	29.41	5.88			17.65						100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	3	3	6	13	8	4	5	6	11	4	1	0	47	48	1.02128
		ร้อยละ		6.25	6.25	12.50	27.08	16.67	44.44			122.22						235
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	2	2	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ		20.00	20.00	50.00	10.00	0.00	0.00			0.00						100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	1	5	4	11	5	4	0	0	0	0	0	0	0	29	29	1.00000
		ร้อยละ		17.24	13.79	37.93	17.24	13.79	0.00			0.00						100
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	3	8	3	5	1	0	0	0	0	0	0	20	20	1.00000
		ร้อยละ		0.00	15.00	40.00	15.00	25.00	5.00			0.00						100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	3	4	1	4	5	2	0	1	0	1	0	0	0	17	17	1.00000
		ร้อยละ		23.53	5.88	23.53	29.41	11.76	0.00			5.88						100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	6	6	0	0	2	3	0	1	0	1	0	0	0	12	12	1.00000
		ร้อยละ		50.00	0.00	0.00	16.67	25.00	0.00			8.33						100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	3	2	2	2	2	3	2	1	0	1	0	0	0	14	14	1.00000
		ร้อยละ		14.29	14.29	14.29	14.29	21.43	14.29			7.14						100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	3	3	6	8	3	0	0	0	0	0	0	0	23	23	1.00000
		ร้อยละ		13.04	13.04	26.09	34.78	13.04	0.00			0.00						100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	1	1	3	0	6	4	3	6	5	11	4	0	0	27	28	1.03704
		ร้อยละ		3.57	10.71	0.00	21.43	14.29	10.71			39.29						100
	Sum	จำนวนคัน	22	40	26	50	55	38	17			42				264	268	1.01515
		ร้อยละ	-	14.93	9.70	18.66	20.52	14.18	6.34			15.67						100

ตารางที่ ข-10 จำนวนรถบรรทุก 10 ล้อ ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 35 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=9000	9001-12000	12001-15000	15001-18000	18001-21000	21001-24000	24001-27000	27001-30000	30001-33000	Old33001-35000	Add33001-35000	New3301-35000	35001-38000	SUM DoNothing	SUM Force35T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	1	4	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	1.00000
		ร้อยละ		44.44	22.22	22.22	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				100
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	2	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	1.00000
		ร้อยละ		28.57	28.57	0.00	42.86	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				100
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	6	0	5	2	1	6	8	4	1	0	1	0	33	33	1.00000
		ร้อยละ		18.18	0.00	15.15	6.06	3.03	18.18	24.24	12.12			3.03				100
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	2	1	1	4	5	1	0	2	0	0	0	0	16	16	1.00000
		ร้อยละ		12.50	6.25	6.25	25.00	31.25	6.25	0.00	12.50			0.00				100
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	3	3	6	13	8	4	5	4	1	0	1	0	47	47	1.00000
		ร้อยละ		6.38	6.38	12.77	27.66	17.02	8.51	10.64	8.51			2.13				100
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	2	2	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	1.00000
		ร้อยละ		20.00	20.00	50.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00				100
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	1	5	4	11	5	4	0	0	0	0	0	0	0	29	29	1.00000
		ร้อยละ		17.24	13.79	37.93	17.24	13.79	0.00	0.00	0.00			0.00				100
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	3	8	3	5	1	0	0	0	0	0	0	20	20	1.00000
		ร้อยละ		0.00	15.00	40.00	15.00	25.00	5.00	0.00	0.00			0.00				100
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	3	4	1	4	5	2	0	1	0	0	0	0	0	17	17	1.00000
		ร้อยละ		23.53	5.88	23.53	29.41	11.76	0.00	5.88	0.00			0.00				100
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	6	6	0	0	2	3	0	1	0	0	0	0	0	12	12	1.00000
		ร้อยละ		50.00	0.00	0.00	16.67	25.00	0.00	8.33	0.00			0.00				100
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	3	2	2	2	2	3	2	1	0	0	0	0	0	14	14	1.00000
		ร้อยละ		14.29	14.29	14.29	14.29	21.43	14.29	7.14	0.00			0.00				100
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	3	3	6	8	3	0	0	0	0	0	0	0	23	23	1.00000
		ร้อยละ		13.04	13.04	26.09	34.78	13.04	0.00	0.00	0.00			0.00				100
13	อยุธยา	จำนวนคัน	1	1	3	0	6	4	3	6	4	0	0	0	0	27	27	1.00000
		ร้อยละ		3.70	11.11	0.00	22.22	14.81	11.11	22.22	14.81			0.00				100
	Sum	จำนวนคัน	22	40	26	50	55	38	17	22	14			2		264	264	1.00000
		ร้อยละ		15.15	9.85	18.94	20.83	14.39	6.44	8.33	5.30			0.76				100

ตารางที่ ข-11 จำนวนรถบรรทุกถึงพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา Do Nothing

NO	ZONE ต้นทาง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-37400	37401-40000	40001-44000	44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	SUM(เว้นรถเปล่า)	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	2	4	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	8	1
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	12.50	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1
		ร้อยละ	-	33.33	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
5	นครปฐม	จำนวนคัน	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	8	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	12.50	37.50	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1
		ร้อยละ	-	16.67	16.67	16.67	33.33	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1
		ร้อยละ	-	0.00	40.00	0.00	40.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		ร้อยละ	-	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	1	2	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	12	1
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	0.00	41.67	25.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	3	1	0	2	0	0	11	1
		ร้อยละ	-	0.00	18.18	0.00	18.18	9.09	0.00	27.27	9.09	0.00	18.18	0.00	0.00	100	
	Sum	จำนวนคัน	12	11	5	4	16	15	3	7	3	0	2	0	0	66	1
		ร้อยละ	-	16.67	7.58	6.06	24.24	22.73	4.55	10.61	4.55	0.00	3.03	0.00	0.00	100	

ตารางที่ ข-12 จำนวนรถบรรทุกถึงพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 37.4 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	อัตส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	Old32001-37400	Add32001-37400	New32001-37400	37401-40000	40001-44000	44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	Sum Do Nothing	Sum Force 37.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	2	4	0	1	0	0	5	5	0	1	2	0	0	0	0	8	10	1.25000
		ร้อยละ		40.00	0.00	10.00	0.00			50.00										100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	1	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	25.00			50.00										100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
		ร้อยละ		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!										#DIV/0!
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	1	0	0	0	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	3	4	1.33333
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	0.00			75.00										100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	0	0	0	1	3	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	12.50	37.50			50.00										100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	75.00			0.00										100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	1	1	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ		16.67	16.67	16.67	33.33			16.67										100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ		0.00	40.00	0.00	40.00			20.00										100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	50.00	50.00			0.00										100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.00000
		ร้อยละ		100.00	0.00	0.00	0.00			0.00										100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	1	2	0	0	0	5	6	11	3	2	0	0	0	0	0	12	13	1.08333
		ร้อยละ		15.38	0.00	0.00	0.00			84.62										100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	0.00	100.00			0.00										100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	9	10	0	3	1	0	2	0	0	11	14	1.27273
		ร้อยละ		0.00	14.29	0.00	14.29			71.43										100.00
	Sum	จำนวนคัน	12	11	5	4	16			37								66	73	1.10606
		ร้อยละ	-	15.07	6.85	5.48	21.92			50.68										100.00

ตารางที่ ข-13 จำนวนรถบรรทุกถึงพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 44.2 T Enforcement

NO	ZONE ต้นทาง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-37400	37401-40000	40001-44000	Old44001-48000	Add44001-48000	New44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	Sum Do Nothing	Sum Force 44.2 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	2	4	0	1	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		50.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	12.50			25.00							100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	25.00	50.00	0.00	0.00			0.00							100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
		ร้อยละ		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!							#DIV/0!
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1.00000
		ร้อยละ		33.33	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	33.33			0.00							100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	12.50	37.50	50.00	0.00	0.00			0.00							100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00			0.00							100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ		16.67	16.67	16.67	33.33	16.67	0.00	0.00			0.00							100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ		0.00	40.00	0.00	40.00	20.00	0.00	0.00			0.00							100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00			0.00							100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.00000
		ร้อยละ		100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00							100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	1	2	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	12	12	1.00000
		ร้อยละ		16.67	0.00	0.00	0.00	41.67	25.00	16.67			0.00							100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00			0.00							100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	3	1	3	4	0	2	0	0	11	12	1.09091
		ร้อยละ		0.00	16.67	0.00	16.67	8.33	0.00	25.00			33.33							100.00
	Sum	จำนวนคัน	12	11	5	4	16	15	3	7			6					66	67	1.01515
		ร้อยละ	-	16.42	7.46	5.97	23.88	22.39	4.48	10.45			8.96							100.00

ตารางที่ ข-14 จำนวนรถบรรทุกถึงพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 53.4 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	อัตส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-37400	37401-40000	40001-44000	44001-48000	48001-52000	Old52001-56000	Add52001-56000	New52001-56000	56001-60000	60001-64000	Sum Do Nothing	Sum Force 53.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	2	4	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		50.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	12.50	25.00	0.00			0.00					100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
		ร้อยละ		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!					#DIV/0!
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1.00000
		ร้อยละ		33.33	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	33.33	0.00	0.00			0.00					100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	12.50	37.50	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ		16.67	16.67	16.67	33.33	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ		0.00	40.00	0.00	40.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.00000
		ร้อยละ		100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	1	2	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	12	12	1.00000
		ร้อยละ		16.67	0.00	0.00	0.00	41.67	25.00	16.67	0.00	0.00			0.00					100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	3	1	0	2	0	2	0	0	11	11	1.00000
		ร้อยละ		0.00	18.18	0.00	18.18	9.09	0.00	27.27	9.09	0.00			18.18					100.00
	Sum	จำนวนคัน	12	11	5	4	16	15	3	7	3	0			2			66	66	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	7.58	6.06	24.24	22.73	4.55	10.61	4.55	0.00			3.03					100.00

ตารางที่ ข-15 จำนวนรถบรรทุกถึงพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 62.6 T Enforcement

NO	ZONE ต้นทาง	อัตส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-37400	37401-40000	40001-44000	44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	Old60001-64000	Add60001-64000	New60001-64000	Sum Do Nothing	Sum Force 62.6 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	2	4	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		50.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	12.50	25.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	3	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	25.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	#DIV/0!
		ร้อยละ		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!			#DIV/0!			#DIV/0!
4	นครนายก	จำนวนคัน	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1.00000
		ร้อยละ		33.33	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	0	0	0	1	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	12.50	37.50	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ		25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ		16.67	16.67	16.67	33.33	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ		0.00	40.00	0.00	40.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.00000
		ร้อยละ		100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	1	2	0	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	12	12	1.00000
		ร้อยละ		16.67	0.00	0.00	0.00	41.67	25.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ		0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	0	2	0	2	1	0	3	1	0	2	0	0	0	0	11	11	1.00000
		ร้อยละ		0.00	18.18	0.00	18.18	9.09	0.00	27.27	9.09	0.00	18.18	0.00			0.00			100.00
	Sum	จำนวนคัน	12	11	5	4	16	15	3	7	3	0	2	0			0	66	66	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	7.58	6.06	24.24	22.73	4.55	10.61	4.55	0.00	3.03	0.00			0.00			100.00

ตารางที่ ข-16 จำนวนรถบรรทุกพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา Do Nothing

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-36000	36001-39200	39201-44000	44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	SUM(เว้นรถเปล่า)	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	0	4	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	8	1
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	25.00	12.50	0.00	0.00	0.00	100	
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1
		ร้อยละ	-	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67	0.00	0.00	33.33	100	
4	นครนายก	จำนวนคัน	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	1	2	0	2	0	1	1	0	3	1	0	1	12	1
		ร้อยละ	-	8.33	16.67	0.00	16.67	0.00	8.33	8.33	0.00	25.00	8.33	0.00	8.33	100	
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
8	แพร่	จำนวนคัน	2	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	6	1
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	16.67	16.67	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	100	
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	4	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	50.00	0.00	0.00	100	
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	5	1
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	2	3	0	0	1	0	1	2	10	1
		ร้อยละ	-	10.00	0.00	0.00	0.00	20.00	30.00	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00	20.00	100	
	Sum	จำนวนคัน	6	13	3	0	7	8	9	4	4	9	3	1	4	65	1
		ร้อยละ	-	20.00	4.62	0.00	10.77	12.31	13.85	6.15	6.15	13.85	4.62	1.54	6.15	100.00	

ตารางที่ ข-17 จำนวนรถบรรทุกพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 39.2 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-36000	Old36001-39200	Add36001-39200	New36001-39200	39201-44000	44001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	SUM Do Nothing	Sum Force 37.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	0	4	0	0	1	0	0	5	5	0	2	1	0	0	0	8	10	1.25000
		ร้อยละ	-	40.00	0.00	0.00	10.00	0.00			50.00									100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	0	4	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	5	6	1.20000
		ร้อยละ	-	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00			33.33									100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	2	0	0	1	3	5	1.66667
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			100.00									100.00
4	นครนายก	จำนวนคัน	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00			0.00									100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	1	2	0	2	0	1	10	11	1	0	3	1	0	1	12	16	1.33333
		ร้อยละ	-	6.25	12.50	0.00	12.50	0.00			68.75									100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	2	3	1.50000
		ร้อยละ	-	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00			66.67									100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00			50.00									100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	2	1	0	0	1	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	16.67	16.67			50.00									100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00			0.00									100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	2	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	1	0	0	0	2	3	1.50000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			100.00									100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	7	7	0	1	1	2	0	0	4	7	1.75000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			100.00									100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	3	1	2	3	1	0	0	0	0	0	5	6	1.20000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00			50.00									100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	2	3	8	11	0	0	1	0	1	2	10	14	1.40000
		ร้อยละ	-	7.14	0.00	0.00	0.00	14.29			78.57									100.00
	Sum	จำนวนคัน	6	13	3	0	7	8	9		53							65	84	1.29231
		ร้อยละ	-	15.48	3.57	0.00	8.33	9.52	10.71		63.10									100.00

ตารางที่ ข-18 จำนวนรถบรรทุกพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 45.4 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-36000	36001-39200	39201-44000	Old4001-48000	Add4001-48000	New14001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	60001-64000	SUM Do Nothing	Sum Force 37.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	0	4	0	0	1	0	0	0	2	2	4	1	0	0	0	8	9	1.12500
		ร้อยละ	-	44.44	0.00	0.00	11.11	0.00	0.00	0.00			44.44							100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00			0.00							100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	2	0	0	1	3	4	1.33333
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			100.00							100.00
4	นครนายก	จำนวนคัน	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00			0.00							100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	1	2	0	2	0	1	1	0	7	7	3	1	0	1	12	14	1.16667
		ร้อยละ	-	7.14	14.29	0.00	14.29	0.00	7.14	7.14			50.00							100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			50.00							100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00			0.00							100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	2	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	16.67	16.67	50.00	0.00			0.00							100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00			0.00							100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	1	0	0	0	2	3	1.50000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33			66.67							100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	1	2	0	0	4	5	1.25000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			100.00							100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	20.00	20.00			0.00							100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	2	3	0	0	6	6	1	0	1	2	10	12	1.20000
		ร้อยละ	-	8.33	0.00	0.00	0.00	16.67	25.00	0.00			50.00							100.00
	Sum	จำนวนคัน	6	13	3	0	7	8	9	4			29					65	73	1.12308
		ร้อยละ	-	17.81	4.11	0.00	9.59	10.96	12.33	5.48			39.73							100.00

ตารางที่ ข-19 จำนวนรถบรรทุกพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 55.0 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-36000	36001-39200	39201-44000	4001-48000	48001-52000	Old52001-56000	Add52001-56000	New52001-56000	56001-60000	60001-64000	SUM Do Nothing	Sum Force 37.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	0	4	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	25.00	12.50			0.00					100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00			0.00					100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	1	3	4	1.33333
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00			50.00					100.00
4	นครนายก	จำนวนคัน	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	1	2	0	2	0	1	1	0	3	1	2	3	0	1	12	13	1.08333
		ร้อยละ	-	7.69	15.38	0.00	15.38	0.00	7.69	7.69	0.00	23.08			23.08					100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00			0.00					100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	2	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	16.67	16.67	50.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00					100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00			0.00					100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	2	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00			50.00					100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00	0.00			0.00					100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	2	3	0	0	1	0	4	4	1	2	10	11	1.10000
		ร้อยละ	-	9.09	0.00	0.00	0.00	18.18	27.27	0.00	0.00	9.09			36.36					100.00
	Sum	จำนวนคัน	6	13	3	0	7	8	9	4	4	9			11			65	68	1.04615
		ร้อยละ	-	19.12	4.41	0.00	10.29	11.76	13.24	5.88	5.88	13.24			16.18					100.00

ตารางที่ ข-20 จำนวนรถบรรทุกพ่วง ในแต่ละช่วงของพิกัดน้ำหนักรถบรรทุกรวม กรณีศึกษา 64.6 T Enforcement

NO	ZONE ด่านชั่ง	สัดส่วน	<=16000	16001-20000	20001-24000	24001-28000	28001-32000	32001-36000	36001-39200	39201-44000	4001-48000	48001-52000	52001-56000	56001-60000	Old60001-64000	Add60001-64000	New60001-64000	SUM Do Nothing	Sum Force 37.4 T	Factor
1	กำแพงเพชร	จำนวนคัน	0	4	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	8	8	1.00000
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	25.00	12.50	0.00	0.00			0.00			100.00
2	ฉะเชิงเทรา	จำนวนคัน	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
3	ชลบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	3	3	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67	0.00	0.00			33.33			100.00
4	นครนายก	จำนวนคัน	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
5	นครปฐม	จำนวนคัน	1	1	2	0	2	0	1	1	0	3	1	0	1	0	1	12	12	1.00000
		ร้อยละ	-	8.33	16.67	0.00	16.67	0.00	8.33	8.33	0.00	25.00	8.33	0.00			8.33			100.00
6	นครราชสีมา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
7	ประจวบคีรีขันธ์	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
8	แพร่	จำนวนคัน	2	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	1.00000
		ร้อยละ	-	16.67	0.00	0.00	16.67	16.67	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
9	สมุทรสาคร	จำนวนคัน	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	25.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
10	สระแก้ว	จำนวนคัน	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	0.00			0.00			100.00
11	สุพรรณบุรี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4	4	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	50.00	0.00			0.00			100.00
12	สุราษฎร์ธานี	จำนวนคัน	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	1.00000
		ร้อยละ	-	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00			100.00
13	อยุธยา	จำนวนคัน	0	1	0	0	0	2	3	0	0	1	0	1	2	0	2	10	10	1.00000
		ร้อยละ	-	10.00	0.00	0.00	0.00	20.00	30.00	0.00	0.00	10.00	0.00	10.00			20.00			100.00
	Sum	จำนวนคัน	6	13	3	0	7	8	9	4	4	9	3	1			4	65	65	1.00000
		ร้อยละ	-	20.00	4.62	0.00	10.77	12.31	13.85	6.15	6.15	13.85	4.62	1.54			6.15			100.00

ประวัติผู้เขียน

นายนนทวัฒน์ ปาณสมบูรณ์ เกิดเมื่อวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2541 สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2543

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย