การพิจารณาตรวจสอบนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานในการออกแบบทางเรขาคณิต
ของทางหลวงในประเทศไทย

นายวุฒิชัย เศวตจินดากุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

RECONSIDERATION OF HIGHWAY CLASSIFICATION POLICY AND GEOMETRIC DESIGN STANDARDS IN THAILAND

Mr. Wuthichai Sawatechindakul

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพิจารณาตรวจสอบนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย
โดย	นายวุฒิชัย เศวตจินดากุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติชัย รุจนกนกนาฏ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติชัย รุจนกนกนาฏ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ดร.ทรงฤทธิ์ ชยานันท์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วุฒิชัย เศวตจินดากุล : การพิจารณาตรวจสอบนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย. (RECONSIDERATION OF HIGHWAY CLASSIFICATION POLICY AND GEOMETRIC DESIGN STANDARDS IN THAILAND) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.จิตติชัย รุจนกนกนาฏ, 114 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อพิจารณาหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยจะพิจารณาและเปรียบเทียบกับมาตรฐานงานทางในต่างประเทศ ศึกษาผลกระทบในด้านปลอดภัยจากการปรับปรุงมาตรฐานงานทาง ตลอดจนสอบถามความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกรในกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบงานทาง และผู้ใช้ทาง จากการเปรียบเทียบมาตรฐานการออกแบบทางหลวงในประเทศไทยกับต่างประเทศ พบว่าประเทศไทยมีการกำหนดชั้นทางโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันและมีค่าของความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร และความกว้างไหล่ทางน้อยกว่าประเทศอื่น ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซีย ส่วนต่อมาคือการสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง พบว่า มีความเห็นส่วนใหญ่ให้ปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน และเห็นว่าควรปรับปรุงความเร็วในการออกแบบมากที่สุด และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท ก็พบว่าความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่และอายุมีผลกระทบต่อความคิดเห็นมากที่สุด ส่วนสุดท้ายคือการสอบถามความคิดเห็นของวิศวกร พบว่ามีความเห็นส่วนใหญ่ให้ปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตในปัจจุบันเช่นกัน โดยเฉพาะความเร็วในการออกแบบ อีกทั้งยังคงมีความเห็นว่าควรเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบและค่าความกว้างช่องจราจรของทางหลวงชั้นทางพิเศษ รวมไปถึงค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้กำหนดนโยบายและผู้ออกแบบในการออกแบบให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ทางได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5570384321 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEYWORDS: HIGHWAY DESIGN / GEOMETRIC DESIGN STANDARD / DRIVER REMARKS / DESIGNER REMARKS / REGRESSION ANALYSIS

WUTHICHAI SAWATECHINDAKUL: RECONSIDERATION OF HIGHWAY CLASSIFICATION POLICY AND GEOMETRIC DESIGN STANDARDS IN THAILAND. ADVISOR: ASST. PROF. JITTICHAI RUDJANAKANOKNAD, 114 pp.

This thesis studies highway classification policy and geometric design standards in Thailand by 1) comparing highway geometric design standards of Thailand and foreign countries; 2) compiling effects of highway design standards and safety features from literature; and 3) surveying highway design practitioners and general drivers. The main findings from the literature reviews are that highway classification policy in Thailand was based on the forecasted average daily traffic and the maximum values of the design speed, lane width and shoulder width of Thai highway standard are lower than ones of other countries except the Republic of Korea and Malaysia. From driver opinions, they suggested that the current design policy and standards especially on design speed policy should be improved. The ordered probit regression analysis from driver survey shows that maximum driving speed and age significantly affect drivers' opinions on geometric design dimensions. Additionally, the engineers from the Department of Highway in Thailand and roadway design companies shows similar suggestions, i.e., the maximum design speed, lane width of expressway and minimum shoulder width should be upgraded. Findings from this study would give policymakers ideas to develop updated policy and design standards that can suitably serve existing and future vehicle, driver, and pedestrian demand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Civil Engineering
Field of Study: Civil Engineering
Academic Year: 2013

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติชัย รุจนกนกนาฏ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่คอยช่วยดูแล ให้กำลังใจ ให้แนวคิด และให้คำปรึกษาเสนอแนวทางดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดีตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สรวิศ นฤปิติ และดร.ทรงฤทธิ์ ชยานันท์ สำหรับคำปรึกษาและคำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงความกรุณาเสียสละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ เหล่าคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัย รวมถึงขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับการสนับสนุนทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยในระดับปริญญามหาบัณฑิตจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณ วิศวกรโยธาในกรมทางหลวง และวิศวกรผู้ออกแบบงานทางในบริษัทที่ปรึกษาสำหรับความอนุเคราะห์ในการให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นส่วนสำคัญสำหรับการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ คุณศศิธร ทองทวี, คุณชนิดา อินทเศียร, คุณธนา โปธานนท์ รวมไปถึงนิสิตรุ่นพี่รุ่นน้อง สาขาวิศวกรรมการขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

เหนือสิ่งอื่นใด ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคนในครอบครัว ที่คอยดูแล เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 3
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4
1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง 8
2.2 มาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศต่างๆ 10
2.3 แนวทางการจัดประเภททางหลวงและการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ 27
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
2.5 สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33
3.1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33
3.2 การวิเคราะห์ข้อกำหนดและองค์ประกอบหลักในมาตรฐานของประเทศต่างๆ 35
3.3 การศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง 36
3.4 ประมวลและสรุปผลการศึกษา 39
3.5 จัดทำวิทยานิพนธ์และนำเสนอผลงาน 39
บทที่ 4 การวิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ 40
4.1 การกำหนดชั้นทาง 40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

4.2 ความเร็วในการออกแบบ 41
4.3 ความกว้างช่องจราจร 46
4.4 ความกว้างไหล่ทาง 47
4.5 ระยะห่างแนวดิ่ง 48
4.6 สรุปการวิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ 49
บทที่ 5 ผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง 54
5.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา 54
5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเฉพาะของผู้ใช้ทางกับความคิดเห็น 59
5.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็น 66
บทที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ 67
6.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา 67
6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็น 79
6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็น 85
บทที่ 7 สรุปผลการศึกษา 86
7.1 สรุปผลการศึกษา 86
7.2 ข้อเสนอแนะ 95
7.3 แนวทางการวิจัยในอนาคต 96
รายการอ้างอิง 98
ภาคผนวก 101
ภาคผนวก ก 102
ภาคผนวก ข 104
ภาคผนวก ค 106
ภาคผนวก ง 110
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 114

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1-1 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศไทย 2
ตารางที่ 1-2 แผนการดำเนินงานวิจัย 6
ตารางที่ 1-3 แผนการนำส่งผลงานวิทยานิพนธ์ 7
ตารางที่ 2-1 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายย่อยในสหรัฐอเมริกา 11
ตารางที่ 2-2 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายรองในสหรัฐอเมริกา 12
ตารางที่ 2-3 ความลาดชันสูงสุดในการออกแบบทางหลวงสายหลักในสหรัฐอเมริกา(เขตเมือง) 12
ตารางที่ 2-4 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายหลักในสหรัฐอเมริกา (เขตชนบท) 13
ตารางที่ 2-5 ความลาดชันสูงสุดสำหรับการออกแบบทางพิเศษในสหรัฐอเมริกา 13
ตารางที่ 2-6 อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบสำหรับทางหลวงในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา 14
ตารางที่ 2-7 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสหราชอาณาจักร 15
ตารางที่ 2-8 ข้อจำกัดลักษณะรูปแบบของทางหลวง (Layout Constraint) ในสหราชอาณาจักร 16
ตารางที่ 2-9 อัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองของสหราชอาณาจักร 17
ตารางที่ 2-10 ระยะห่างแนวดิ่งของทางหลวงในสหราชอาณาจักร 18
ตารางที่ 2-11 ค่าความสูงชดเชยจากรัศมีโค้งดิ่งหงายของทางหลวงที่อยู่ใต้โครงสร้าง 18
ตารางที่ 2-12 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน 19
ตารางที่ 2-13 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศคาซักสถาน 20
ตารางที่ 2-14 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศมองโกเลีย 21
ตารางที่ 2-15 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลี 22
ตารางที่ 2-16 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศมาเลเซีย 23
ตารางที่ 2-17 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตชนบท) 23
ตารางที่ 2-18 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตเมือง) 24
ตารางที่ 2-19 ความกว้างของช่องจราจรของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย 24
ตารางที่ 2-20 ความกว้างไหล่ทางของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตชนบท) 25
ตารางที่ 2-21 ความกว้างไหล่ทางของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตเมือง) 25
ตารางที่ 2-22 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศไทย 26
ตารางที่ 2-23 จำนวนอุบัติเหตุที่ค่าความเร็วต่างๆ 31

หน้า

ตารางที่ 4-1 ปัจจัยในการกำหนดชั้นทางและองค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวงของประเทศต่างๆ 52
ตารางที่ 5-1 คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ตอบแบบสอบถาม (ผู้ใช้ทาง) 54
ตารางที่ 5-2 ข้อมูลการขับขี่ของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม 55
ตารางที่ 5-3 ความเร็วที่คิดว่าขับขี่ได้อย่างปลอดภัยของผู้ตอบแบบสอบถาม 57
ตารางที่ 5-4 ตัวแปรต้นที่ใช้หาความสัมพันธ์ 61
ตารางที่ 5-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต้น 61
ตารางที่ 5-6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ 62
ตารางที่ 5-7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความกว้างช่องจราจร 63
ตารางที่ 5-8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความกว้างไหล่ทาง 64
ตารางที่ 5-9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อระยะความสูงใต้สะพาน 65
ตารางที่ 6-1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรผู้ตอบแบบสอบถาม 68
ตารางที่ 6-2 ตัวแปรต้นที่ใช้หาความสัมพันธ์ 80
ตารางที่ 6-3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต้น 80
ตารางที่ 6-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อการกำหนดชั้นทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 81
ตารางที่ 6-5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อการกำหนดความเร็วในการออกแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 82
ตารางที่ 6-6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ 82
ตารางที่ 6-7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อความกว้างช่องจราจร 83
ตารางที่ 6-8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อความกว้างไหล่ทาง 83
ตารางที่ 6-9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อระยะห่างแนวดิ่ง 84

หน้า

ตารางที่ 7-1 สรุปผลการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ 90
ตารางที่ ก-1 มาตรฐานทางหลวงของทวีปเอเชีย 103
ตารางที่ ข-1 มาตรฐานทางหลวงของภูมิภาคอาเซียน 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 ภาพรวมของงานวิจัย 5

ภาพที่ 2-1 การหาอัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตชนบทของสหราชอาณาจักร จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ กับ ลักษณะรูปแบบทางหลวง 17

ภาพที่ 3-1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆโดยแยกตามประเภทของทางหลวง 35

ภาพที่ 4-1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน และ ประเทศมองโกเลีย 42

ภาพที่ 4-2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางราบ) และ ประเทศไทย 43

ภาพที่ 4-3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางเนิน) และ ประเทศไทย 43

ภาพที่ 4-4 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางเขา) และ ประเทศไทย 44

ภาพที่ 4-5 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา (ทางพิเศษ) และ ประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ) 44

ภาพที่ 4-6 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างช่องจราจรในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา ประเทศมาเลเซีย และ ประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ) 47

ภาพที่ 4-7 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างไหล่ทางในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา ประเทศมาเลเซีย และ ประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ) 48

ภาพที่ 4-8 ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระยะห่างแนวดิ่งในประเทศต่างๆ 49

ภาพที่ 5-1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในภาพรวม 56

ภาพที่ 5-2 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อกับองค์ประกอบของถนนที่ควรปรับปรุง 56

ภาพที่ 5-3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความปลอดภัยบนทางหลวงแต่ละประเภท 58

ภาพที่ 5-4 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบของทางหลวงพิเศษ 58

หน้า

ภาพที่ 5-5 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบของทางหลวงแผ่นดิน 58
ภาพที่ 5-6 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบ
ของทางหลวงในเขตเมือง 59
ภาพที่ 6-1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในภาพรวม 69
ภาพที่ 6-2 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อกับองค์ประกอบของถนนที่ควรปรับปรุง 69
ภาพที่ 6-3 ความคิดเห็นที่มีต่อการกำหนดชั้นทางในปัจจุบัน 70
ภาพที่ 6-4 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทาง 70
ภาพที่ 6-5 ความคิดเห็นที่มีต่อการกำหนดความเร็วในการออกแบบในปัจจุบัน 71
ภาพที่ 6-6 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ 72
ภาพที่ 6-7 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงชั้นทางพิเศษ 72
ภาพที่ 6-8 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงชั้นรองลงมา 72
ภาพที่ 6-9 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงในเขตเมือง 73
ภาพที่ 6-10 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างช่องจราจร 74
ภาพที่ 6-11 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงชั้นทางพิเศษ 74
ภาพที่ 6-12 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับทางหลวง
ชั้นทางรองลงมา 74
ภาพที่ 6-13 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงในเขตเมือง 74
ภาพที่ 6-14 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดที่เหมาะสมกับ
ทางหลวงในเขตเมือง 75
ภาพที่ 6-15 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างไหล่ทาง 76
ภาพที่ 6-16 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ 76
ภาพที่ 6-17 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา 76
ภาพที่ 6-18 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา 76
ภาพที่ 6-19 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง 77
ภาพที่ 6-20 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่ง 77

หน้า

ภาพที่ 6-21 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ.....78
ภาพที่ 6-22 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา.....78
ภาพที่ 6-23 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง.....78

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การออกแบบทางเรขาคณิตเป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญของการออกแบบถนน ที่จะต้องคำนึงประสิทธิภาพในการใช้งานของยานพาหนะ ความปลอดภัย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุมชน ซึ่งการออกแบบนี้จะเริ่มต้นที่การกำหนดนโยบายสำหรับประเภทถนนที่จะออกแบบ เช่น ลักษณะการใช้งาน ปริมาณการจราจรที่สามารถรองรับได้ แล้วจึงจะพิจารณาองค์ประกอบและตัวแปรในการออกแบบ โดยทั่วไปนั้น การออกแบบจะเริ่มที่การกำหนดความเร็วในการออกแบบ (Design Speed) แล้วจึงกำหนดค่าสูงสุดหรือค่าที่เหมาะสมของตัวแปรในการออกแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะของถนนประเภทนั้น เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร (Lane Width) ความกว้างไหล่ทาง (Shoulder Width) ความลาดชันสูงสุด (Maximum Slope) ระดับการยกโค้งราบสูงสุด (Maximum Superelevation) เป็นต้น จากนั้นจึงทำการออกแบบองค์ประกอบต่างๆของถนน เช่น ระยะมองเห็น แนวทางราบและแนวทางดิ่ง ลักษณะหน้าตัดของถนน ระยะห่างแนวราบและแนวดิ่ง ต่อไป และเพื่อให้สะดวกในการออกแบบ จึงมีการรวบรวมนโยบายและวิธีการแล้วกำหนดเป็นมาตรฐานหรือข้อกำหนดในการออกแบบ (Design Standard or Specification) ขึ้นให้มีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศ สังคม สิ่งแวดล้อม และนโยบายของแต่ละประเทศหรือหน่วยการปกครอง

สำหรับมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย กรมทางหลวงได้กำหนดและอนุมัติมาตรฐานของทางหลวง ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน รวมทั้งมีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง ดังตารางที่ 1-1 อย่างไรก็ตาม มาตรฐานนี้ได้ถูกนำมาใช้มาเป็นเวลานานแล้ว (มากกว่า 10-20 ปี) โดยไม่ได้มีการพิจารณาถึงความเหมาะสมกับสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ทาง รูปแบบและสมรรถนะของยานพาหนะที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบัน จึงควรได้มีการทบทวนมาตรฐานดังกล่าว ตลอดจนเนื่องจากประเทศไทยกำลังเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 และคาดว่าจะมีการใช้ยานพาหนะหรือมีผู้ขับขี่จากต่างประเทศเพิ่มขึ้น จึงควรพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยให้อยู่ในระดับสากล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตนั้น ยังมีอยู่น้อยมากในประเทศไทยและไม่มีความทันสมัยเพียงพอ วิทยานิพนธ์นี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อพิจารณาหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยจะพิจารณาและเปรียบเทียบกับมาตรฐานงานทางในต่างประเทศ ตลอดจนสอบถามความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกรในกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบงานทาง และผู้ใช้ทาง แล้วจึงนำผลการศึกษาทั้ง 2 ส่วนมาประมวลผลเพื่อหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทาง

เรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย และเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทยของกรมทางหลวงต่อไป

ตารางที่ 1-1 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศไทย

ชั้นทาง	พิเศษ	1	2	3	4	5	เขตเมือง
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	น้อยกว่า 300	-
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)							
- ทางราบ	90-110				70-90	60-80	60
- ทางเนิน	80-110				55-70	50-60	60
- ทางเขา	70-90				40-55	30-50	60
ความลาดชันสูงสุด %							
- ทางราบ	4	4			4	4	แปรผัน
- ทางเนิน	6	6			8	8	แปรผัน
- ทางเขา	6	8			12	12	แปรผัน
ประเภทผิวจราจรและไหล่ทาง	ชั้นสูง		ชั้นกลาง – สูง		ลูกรัง		ชั้นสูง
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร) (ช่องละ 3.5 เมตร)	อย่างน้อยข้างละ 7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	ช่องจราจรละ 3.00-3.50
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	ซ้าย 2.5-3.0 ขวา 1.0-1.5	2.50	2.00	1.50	1.00	-	2.50 หรือเป็นทางเท้า
ความกว้างของเขตทาง (เมตร)	60-80		40-60		30-40		ตามความเหมาะสม
ยกโค้งราบสูงสุด	10%						6%

หมายเหตุ : มาตรฐานทางชั้น 4-5 ไม่แนะนำสำหรับทางหลวงแผ่นดิน

ที่มา: สำนักสำรวจและออกแบบ, กรมทางหลวง, 2553: ออนไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงของไทยและต่างประเทศ

1.1.2 เพื่อหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสม โดยพิจารณาในมุมมองของกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบ และผู้ใช้ทาง

1.1.3 เพื่อสรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพิจารณาหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับทางหลวงในประเทศไทย โดยพิจารณาจากการเปรียบเทียบกับมาตรฐานทางหลวงในต่างประเทศ ทั้งสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และในทวีปเอเชีย ตลอดจนสอบถามความคิดเห็นจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกรในกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบ ซึ่งมีประสบการณ์ด้านการออกแบบทางหลวงในประเทศไทย และผู้ใช้ทาง แล้วจึงนำผลการศึกษาทั้ง 2 ส่วนมาประมวลผลเพื่อหานโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยจะมีการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำผลที่ได้ส่งให้กรมทางหลวงใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ได้ทราบถึงความเหมือนและความแตกต่างนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงของไทยเมื่อเทียบกับประเทศอื่นๆ

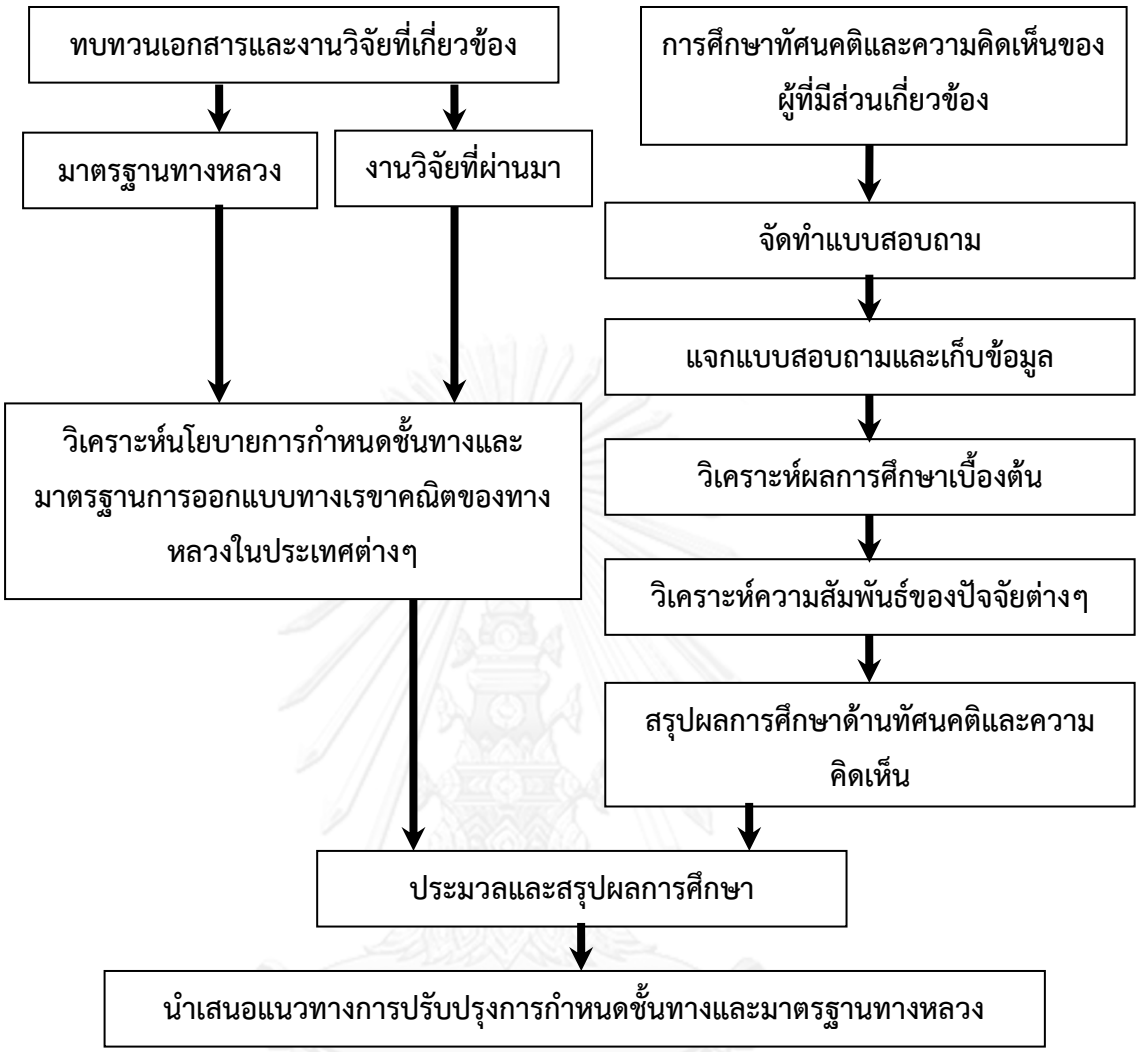
1.4.2 ได้ความคิดเห็นต่อนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสม ในมุมมองของกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบ และผู้ใช้ทาง

1.4.3 ได้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย ซึ่งกรมทางหลวงสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อพิจารณาต่อไปได้

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการงานวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย มาตรฐานทางหลวงในประเทศไทยและต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และประเทศในทวีปเอเชีย กับ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนมาตรฐานทางหลวงในอดีต และ การหาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสม 2) วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในมาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ 3) การศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ออกแบบและผู้ใช้ทาง ที่มีต่อข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทยว่ามีความเหมาะสมมากน้อยแค่ไหนในมุมมองของแต่ละฝ่าย 4) ประมวลและสรุปผลการศึกษาจากขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 เพื่อใช้ข้อมูลในการพิจารณาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวงที่เหมาะสมในประเทศไทย และ 5) นำเสนอแนวทางการปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย เพื่อให้กรมทางหลวงได้ใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงให้เหมาะสมกับประเทศไทยต่อไป ทั้งนี้ ภาพรวมของงานวิจัย แสดงดังภาพที่ 1-1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 1-1 ภาพรวมของงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัย ได้กำหนดระยะเวลาประมาณ 13 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 และเสร็จสิ้นในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 แสดงไว้ดังตารางที่ 1-2 และแผนการนำส่งผลงานวิทยานิพนธ์ ดังตารางที่ 1-3

ตารางที่ 1-2 แผนการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	ร้อยละของงานวิทยานิพนธ์															
	สัดส่วนงาน	ปี 2556										ปี 2557				
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
1. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20%	5	5	5	5											
2. วิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงของไทยและต่างประเทศ	15%				5	5	5									
3.สำรวจทัศนคติและความคิดเห็นจากแบบสอบถาม	30%							5	5	5	5	5	5			
4. ประมวลผลการศึกษา	20%											5	5	5	5	
5. สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย	15%													5	5	5
รวมสัดส่วนงานในแต่ละเดือน	100%	5	5	5	10	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	5
รวมสัดส่วนงานสะสม	100%	5	10	15	25	30	35	40	45	50	55	65	75	85	95	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 1-3 แผนการนำส่งผลงานวิทยานิพนธ์

รายการ	ปี 2556										ปี 2557				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
1. โครงร่างวิทยานิพนธ์			x												
2. บทความวิจัยฉบับที่ 1									x						
3. บทความวิจัยฉบับที่ 2															x
4. วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์															x

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทที่ 2 นี้ จะเป็นการนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง เพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการออกแบบการศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ต้องการ โดยจะแบ่งเนื้อหาในส่วนนี้ออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง 2) มาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศต่างๆ 3) แนวทางการจัดประเภททางหลวงและการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ 4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ 5) สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงหลักการออกแบบถนนทั้งในภาพรวม และเน้นไปที่การออกแบบทางเรขาคณิต รวมไปถึงตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบและเกี่ยวข้องกับประเภททาง เพื่อให้ทราบถึงความสำคัญของตัวแปรเหล่านั้นว่ามีผลต่อการกำหนดมาตรฐานทางหลวงอย่างไร มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 หลักการออกแบบถนนโดยทั่วไป

ในการออกแบบถนน ขั้นตอนแรกจะอยู่ที่การกำหนดนโยบายสำหรับประเภทถนนที่จะออกแบบ เช่น ลักษณะการใช้งาน ปริมาณการจราจรที่สามารถรองรับได้ จากนั้นจะพิจารณาองค์ประกอบและตัวแปรในการออกแบบทางเรขาคณิต โดยคำนึงถึง 3 ปัจจัยใหญ่ๆ ได้แก่ ผู้ใช้ทาง ยานพาหนะ และ ลักษณะของการจราจร เพื่อให้เกิดการขนส่งที่ปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุมชน โดยทั่วไป จะเริ่มที่การกำหนดความเร็วในการออกแบบ (Design Speed) แล้วจึงกำหนดค่าสูงสุดหรือค่าที่เหมาะสมของตัวแปรในการออกแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะของถนนประเภทนั้น เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างช่องจราจร (Lane Width) ความกว้างไหล่ทาง (Shoulder Width) ความลาดชันสูงสุด (Maximum Slope) ระดับการยกโค้งราบสูงสุด (Maximum Superelevation) เป็นต้น จากนั้นจึงทำการออกแบบองค์ประกอบต่างๆของถนน เช่น ระยะมองเห็น (Sight Distance) แนวทางราบ (Horizontal Alignment) แนวทางดิ่ง (Vertical Alignment) ลักษณะหน้าตัดของถนน (Cross Section) ระยะห่างแนวราบ/แนวดิ่ง (Horizontal/Vertical Clearance) แล้วจึงนำองค์ประกอบเหล่านี้เป็นข้อมูลในการออกแบบโครงสร้างของถนนและสะพานต่อไป

2.1.2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประเภททาง

ในการกำหนดลักษณะของทางหลวงแต่ละประเภท จะมีตัวแปรสำคัญในการออกแบบที่ใช้พิจารณาและใช้เป็นคุณสมบัติของทางหลวงประเภทนั้นๆ ดังนี้

1.) ลักษณะการใช้งาน (Function) โดยทั่วไปจะพิจารณาที่ประเด็นสำคัญ คือ ความคล่องตัวในการเดินทาง (Mobility) กับ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผกผัน หมายความว่า หากทางหลวงประเภทใดมีความคล่องตัวในการเดินทางสูงๆ ก็จะมีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ต่ำ เหมาะกับการใช้งานเป็นทางพิเศษ หรือ ทางหลวงแผ่นดิน สามารถใช้ความเร็วสูงๆในการขับขี่ได้ แต่ก็จะมีทางเข้าออกน้อย ในทางกลับกันทางหลวงที่มีความคล่องตัวในการเดินทางต่ำๆก็จะมีความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ได้มาก เหมาะกับการใช้งานเป็นทางหลวงท้องถิ่น หรือถนนในเขตตัวเมือง ใช้ความเร็วในการขับขี่ได้น้อย แต่ก็จะมีทางเข้าออกมาก สามารถเข้าถึงพื้นที่ที่ต้องการได้ง่าย ส่วนทางหลวงที่มีความคล่องตัวในการเดินทางและความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ได้ในระดับปานกลาง ก็เหมาะกับการใช้งานเป็นทางหลวงที่เชื่อมต่อกับทางหลวง 2 ประเภทแรกที่กล่าวมาแล้ว (AASHTO, 2004)

นอกจากนี้ ลักษณะการใช้งานของทางหลวงยังเป็นข้อมูลพื้นฐานของการออกแบบองค์ประกอบสำคัญอื่นๆของทางหลวง เช่น ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ ลักษณะหน้าตัดของทางหลวง ความกว้างผิวจราจร ความกว้างไหล่ทาง ฯลฯ

2.) ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Traffic) ปริมาณการจราจรต่อวันที่ใช้ในการออกแบบนั้น คือปริมาณจราจรที่ทางหลวงนั้นรองรับได้ในอีก 20-30 ปีข้างหน้านับจากปีที่เปิดใช้งาน ซึ่งมีความสำคัญต่อการออกแบบความจุของถนน และจะต้องสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของทางหลวงและระดับการให้บริการ (Level of Service) ที่กำหนดไว้ด้วย

3.) ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ (Design Speed) หมายถึง ค่าความเร็วที่เลือกมาเพื่อเป็นฐานในการออกแบบทางเรขาคณิตขององค์ประกอบต่าง ๆ ในช่วงหนึ่งของถนน ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ แนวดิ่ง/แนวราบ (Vertical/Horizontal Alignment) ของถนน และระยะมองเห็น (Sight Distance) (California Highway Design Manual (2006), หน้า 100-1)

4.) ความกว้างของช่องจราจร และ ไหล่ทาง ความกว้างช่องทางจราจรและความกว้างไหล่ทาง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของยานพาหนะและความรู้สึกของผู้ขับขี่ และมีผลโดยตรงต่อระดับการให้บริการ

5.) ความลาดชันสูงสุดของทางหลวง เป็นตัวแปรที่กำหนดในแต่ละพื้นที่ ว่าจะยอมให้ทางหลวงนั้นลาดชันสูงสุดได้เท่าใด ซึ่งขึ้นกับประเภททางหลวง สภาพภูมิประเทศ เป็นสำคัญ

6.) ระดับการยกโค้งราบสูงสุด เป็นตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบโค้งราบ ระดับในการยกโค้งนั้น ขึ้นกับความเร็วในการออกแบบหรือความเร็วในการใช้งาน และประเภทถนน ลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศ

7.) ระยะห่างแนวราบ/แนวดิ่ง (Horizontal/Vertical Clearance) เป็นตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน และมีผลต่อระดับการให้บริการบ้าง โดยทั่วไป

ระยะห่างแนบราบจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ เขตทาง ส่วนระยะห่างตามแนวดิ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดยานพาหนะที่อนุญาตให้วิ่งได้บนสายทาง และอาจคำนึงการปรับระดับผิวทางในอนาคตด้วย

8.) ระดับน้ำหนักที่โครงสร้างทางหลวงรองรับได้ จะมีผลต่อการออกแบบโครงสร้างและวัสดุในการก่อสร้างทางหลวง มักกำหนดเป็นประเภทยานพาหนะ ในที่นี้ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางเรขาคณิตเท่าใดนัก

2.2 มาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศต่างๆ

ในการออกแบบทางหลวงของแต่ละประเทศ จะมีองค์กรหรือหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบในการกำหนดมาตรฐานทางหลวงให้เหมาะสมกับประเทศของตน ส่งผลให้มีมาตรฐานที่นำไปปฏิบัติใช้งานแตกต่างกันไป ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษามาตรฐานทางหลวงทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เพื่อตรวจสอบว่ามีข้อกำหนดหรือรายละเอียดในประเด็นต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างไร โดยจะกล่าวมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่าง ๆ ทั้งในประเทศที่ในแถบตะวันตกที่ได้รับการยอมรับทั่วไป และประเทศในทวีปเอเชีย ดังต่อไปนี้

2.2.1 มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา

มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกาได้กำหนดขึ้นโดยมีพื้นฐานจากมาตรฐานและนโยบายของสมาคมการทางและคมนาคมของสหรัฐอเมริกา (American Association of State Highway and Transportation Officials หรือ AASHTO) ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานของทางหลวง ได้แก่ ทางพิเศษ (Freeways) ทางหลวงสายหลัก (Arterials) ทางหลวงสายรอง (Collectors) และ ทางหลวงสายย่อย (Local Roads) อันเป็นการเรียงลำดับของความคล่องตัวในการเดินทาง (Mobility) จากมากไปหาน้อย และลำดับของความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (Land Access) จากน้อยไปหามาก แล้วจึงกำหนดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงในระดับชั้นทางต่างๆ ดังนี้

1.) ทางหลวงสายย่อย (Local Roads) คือ ทางหลวงที่เน้นใช้ในการเข้าถึงพื้นที่ต่างๆ เช่น ที่พักอาศัย แหล่งธุรกิจ พื้นที่เกษตรกรรม ฯลฯ มีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบดังตารางที่ 2-1 และกำหนดระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ 4.3 เมตร สำหรับในเขตเมืองจะกำหนดความเร็วในการออกแบบไว้ที่ 30-50 กม./ชม.

2.) ทางหลวงสายรอง (Collectors) คือ ทางหลวงที่มีความคล่องตัวในการเดินทางและความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ได้ในระดับใกล้เคียงกัน ใช้เป็นทางหลวงที่เชื่อมต่อระหว่างทางหลวงท้องถิ่นกับทางหลวงขนาดใหญ่ มีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบดังตารางที่ 2-2 และกำหนดระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ 4.3 เมตร สำหรับในเขตเมืองจะกำหนดความเร็วในการออกแบบไว้ที่ 50 กม./ชม.

3.) ทางหลวงสายหลัก (Arterials) คือ ทางหลวงที่สามารถใช้ความเร็วสูงในการขับขี่และรองรับปริมาณการจราจรได้มาก ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างเขตเมืองหรือเขตชนบท มีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบ โดยพิจารณาจากปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายวันในอีก 20-30 ปีข้างหน้านับจากปีที่เปิดใช้งาน ในเขตเมืองจะกำหนดความเร็วในการออกแบบไว้ที่ 50-100 กม./ชม. ความกว้างช่องจราจร 3.00-3.60 เมตร จำนวนช่องจราจร 2-4 ช่องต่อทิศทาง ระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ 4.9 เมตร และองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบ เช่น ความลาดชันสูงสุด จะเป็นดังตารางที่ 2-3 ส่วนในเขตชนบทจะกำหนดความเร็วในการออกแบบในพื้นที่ราบไว้ที่ 100-120 กม./ชม. ในพื้นที่เนิน 80-100 กม. /ชม. และในพื้นที่ภูเขา 60-80 กม. /ชม. รวมทั้งกำหนดระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ 4.9 เมตร สำหรับองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบ อยู่ในตารางที่ 2-4

4.) ทางพิเศษ (Freeways) คือ ทางหลวงขนาดใหญ่ที่มีการควบคุมการเข้าออกโดยสมบูรณ์ มีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบ โดยพิจารณาจากปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายวันในอีก 20-30 ปีข้างหน้านับจากปีที่เปิดใช้งาน มีการกำหนดความเร็วในการออกแบบไว้ที่ 80-130 กม. /ชม. ความกว้างช่องจราจร 3.60 เมตร ความกว้างไหล่ทาง 3.00-3.60 เมตร จำนวนช่องจราจรอย่างน้อย 2 ช่องต่อทิศทาง และระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ 4.9 เมตร (หากทางพิเศษอยู่ใต้โครงสร้างป้ายจราจรหรือสะพานลอย กำหนดให้มีระยะห่างแนวดิ่ง 5.1 เมตร) สำหรับความลาดชันสูงสุดสำหรับการออกแบบ จะเป็นดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-1 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายย่อยในสหรัฐอเมริกา

ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 2,000	1,500-2,000	400-1,500	น้อยกว่า 400
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.				
- ทางราบ	80	80	80	50-60
- ทางเนิน	60	60	60	30-50
- ทางเขา	50	50	50	30
ความลาดชันสูงสุด %				
- ทางราบ	6	6	6	7
- ทางเนิน	10	10	10	10-11
- ทางเขา	14	14	14	16
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)				
- ทางราบ	7.20	6.60	6.60	5.40
- ทางเนิน	7.20	6.60	6.00	5.40
- ทางเขา	7.20	6.60	6.00	5.40
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	2.40	1.80	1.50	0.60

ที่มา: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2004)

ตารางที่ 2-2 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายรองในสหรัฐอเมริกา

ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 2,000	1,500-2,000	400-1,500	น้อยกว่า 400
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.				
- ทางราบ	100	80	80	60
- ทางเนิน	80	60	60	50
- ทางเขา	60	50	50	30
ความลาดชันสูงสุด %				
- ทางราบ	5	6	6	7
- ทางเนิน	7	8	8	9
- ทางเขา	10	10	10	12
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)				
- ทางราบ	7.20	6.60	6.60	6.00
- ทางเนิน	7.20	6.60	6.60	6.00
- ทางเขา	7.20	6.60	6.00	6.00
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	2.40	1.80	1.50	0.60

ที่มา: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2004)

ตารางที่ 2-3 ความลาดชันสูงสุดในการออกแบบทางหลวงสายหลักในสหรัฐอเมริกา (เขตเมือง)

อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.	50	60	70	80	90	100
ความลาดชันสูงสุด %						
- ทางราบ	8	7	6	6	5	5
- ทางเนิน	9	8	7	7	6	6
- ทางเขา	11	10	9	9	8	8

ที่มา: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2004)

ตารางที่ 2-4 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงสายหลักในสหรัฐอเมริกา (เขตชนบท)

ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 2,000	1,500-2,000	400-1,500	น้อยกว่า 400
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.				
- ทางราบ	100-120			
- ทางเนิน	80-100			
- ทางเขา	60-80			
ความลาดชันสูงสุด %				
- ทางราบ	3			
- ทางเนิน	4-5			
- ทางเขา	7-8			
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)				
- ทางราบ	7.20	7.20	7.20	7.20
- ทางเนิน	7.20	7.20	6.60-7.20	6.60-7.20
- ทางเขา	7.20	6.60-7.20	6.60-7.20	6.60-7.20
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	2.40	1.80	1.80	1.20

ที่มา: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2004)

ตารางที่ 2-5 ความลาดชันสูงสุดสำหรับการออกแบบทางพิเศษในสหรัฐอเมริกา

อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.	80	90	100	110	120	130
ความลาดชันสูงสุด %						
- ทางราบ	4	4	3	3	3	3
- ทางเนิน	5	5	4	4	4	4
- ทางเขา	6	6	6	5	-	-

ที่มา: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2004)

อย่างไรก็ตาม การนำมาตรฐานทางหลวงไปใช้ในแต่ละรัฐ ก็จะมีการปรับให้เหมาะสมกับนโยบายของรัฐนั้นๆด้วย และกำหนดเป็นมาตรฐานทางหลวงของแต่ละรัฐ ตัวอย่างเช่น รัฐแคลิฟอร์เนียมีการกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งานของทางหลวง ดังตารางที่ 2-6

ตารางที่ 2-6 อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบสำหรับทางหลวงในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา

ประเภทถนน	ความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)
ประเภทควบคุมการเข้าออก	
- ทางพิเศษในพื้นที่ภูเขา	80-130
- ทางพิเศษในเขตเมือง	90-130
- ทางพิเศษในเขตชนบท	110-130
- ทางพิเศษในเขตเมือง (ควบคุมการเข้าออกบางส่วน)	80-110
ประเภทไม่ควบคุมการเข้าออก	
- เขตชนบท (ทางราบ)	90-110
- เขตชนบท (ทางเนิน)	80-100
- เขตชนบท (ทางเขา)	60-80
- เขตเมือง (ทางหลวงขนาดใหญ่)	60-100
- เขตเมืองใหญ่ (ทางหลวงขนาดใหญ่)	50-70
ถนนท้องถิ่น	
- ถนนที่เชื่อมต่อกับทางหลวงขนาดใหญ่	ตามมาตรฐานของ AASHTO
- ถนนที่เชื่อมต่อกับทางพิเศษ	55 หรือ 75

ที่มา: California Highway Design Manual (2006), หน้า 100-2

จะเห็นได้ว่า มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกาให้ความสำคัญของประเภทการใช้งานของถนนเป็นลำดับแรกในการออกแบบทางหลวง จากนั้นจึงพิจารณาที่ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน ประกอบกับลักษณะชุมชนที่ถนนตัดผ่าน(ชนบทหรือในเมือง) และ ชนิดของภูมิประเทศ แล้วจึงกำหนดความเร็วในการออกแบบ อย่างไรก็ตาม การออกแบบองค์ประกอบอื่นๆบางส่วน เช่น ความจุของถนน ระดับการให้บริการ ก็พิจารณาจากปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาประเภทการใช้งานของถนน ฉะนั้นหากมีการออกแบบทางหลวง 2 ประเภทการใช้งาน แต่มีปริมาณการจราจรใกล้เคียงกัน ลักษณะของทางหลวงที่ได้จากการออกแบบก็อาจไม่มีความแตกต่างกัน

Chulalongkorn University

2.2.2 มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักร

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง ประกอบด้วย องค์การทางหลวง (The Highways Agency) ของอังกฤษ หน่วยงานการขนส่งของสกอตแลนด์ (Transport Scotland) หน่วยงานการขนส่งของเวลส์ (Transport Wales) และกรมพัฒนาท้องถิ่น (The Department for Regional Development) ของไอร์แลนด์เหนือ ได้ร่วมกันกำหนดมาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักร ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ทางพิเศษ (Motorways) กับทางอเนกประสงค์ (All-Purpose roads) และมีการแบ่งย่อยไปอีกเป็นถนนในเขตชนบท (Rural Roads) กับถนนในเขตเมือง (Urban Roads) สำหรับในส่วนของการออกแบบทางเรขาคณิต จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของทางหลวง ได้แก่ ทางพิเศษ (Motorways) ทางหลวงที่มีเกาะกลาง (Dual

Carriageways) และ ทางหลวงที่ไม่มีเกาะกลาง (Single Carriageways) ดังตารางที่ 2-7 ประกอบกับการพิจารณาลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ แล้วจึงกำหนดความเร็วที่ใช้ในการออกแบบและองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงในระดับชั้นทางต่างๆ ต่อไป

ตารางที่ 2-7 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสหราชอาณาจักร

ชั้นทาง	ทางหลวงที่ไม่มีเกาะกลาง				ทางหลวงที่มีเกาะกลาง		ทางพิเศษ	
จำนวนช่องจราจร	2	2	2	4	ข้างละ 2	ข้างละ 3	ข้างละ 2	ข้างละ 3
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)	6.00	7.30	10.00	12.00-14.60	ข้างละ 7.30	ข้างละ 11.00 (3.65 +3.70 +3.65)	ข้างละ 7.30	ข้างละ 11.00 (3.65 +3.70 +3.65)
ความกว้างของไหล่ทางเฉพาะส่วนที่ปูผิว (เมตร)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.30 (ชนบท)	3.30 (ชนบท)
							2.75 (เมือง)	2.75 (เมือง)

ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 2 - TD 27/05 – Cross-Sections and Headrooms, Department of Transport (2005)

ในส่วนของความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ จะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยสำคัญ คือ ข้อจำกัดแนวเส้นทางที่จะออกแบบ (Alignment Constraint หรือ Ac) กับ ข้อจำกัดลักษณะรูปแบบของทางหลวง (Layout Constraint หรือ Lc) ซึ่งสามารถหาค่าของแต่ละปัจจัยได้ดังนี้

1.) ข้อจำกัดแนวเส้นทาง (Alignment Constraint หรือ Ac) หาค่าได้จาก

$Ac = 6.6 + B/10$ สำหรับทางหลวงที่มีเกาะกลาง

$Ac = 12 - VISI/60 + 2B/45$ สำหรับทางหลวงที่ไม่มีเกาะกลาง

โดยที่ B คือ ค่าระดับความโค้งต่อกิโลเมตร (Bendiness Degrees/km)

VISI คือ ค่าเฉลี่ยระยะการมองเห็นวัตถุแบบต่อเนื่อง (เมตร) (Harmonic Mean Visibility)

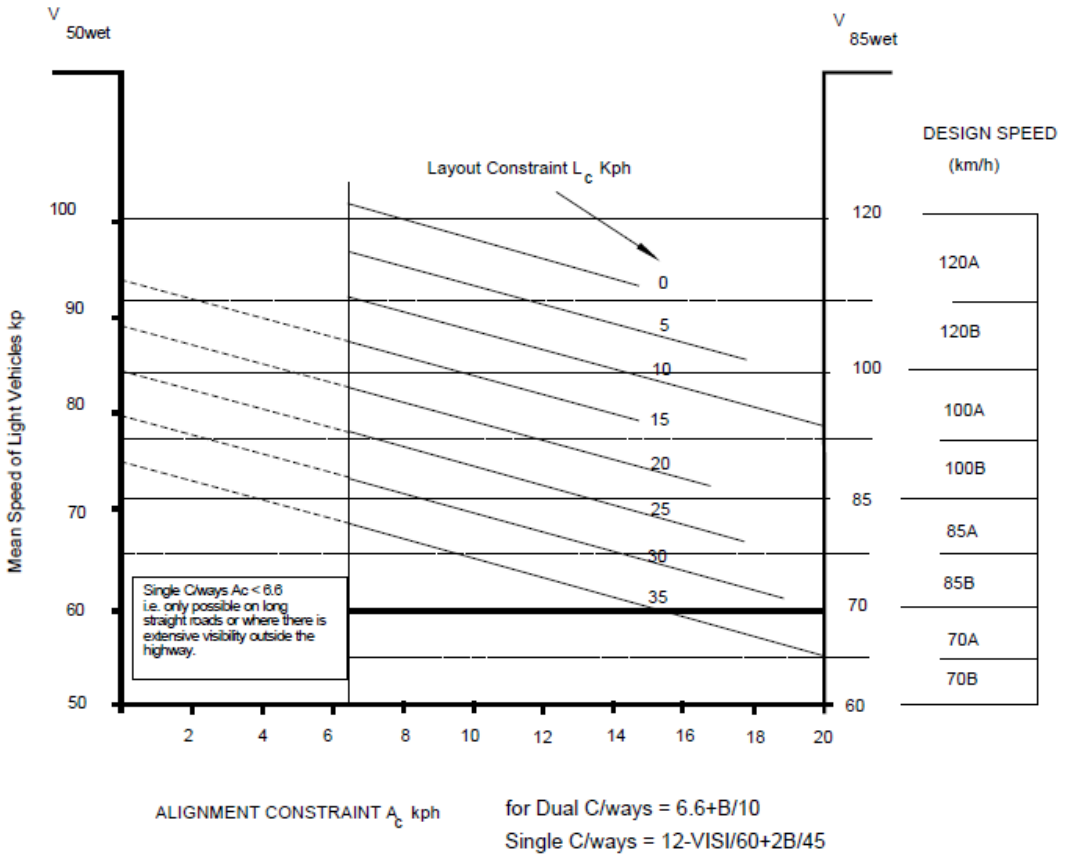
2.) ข้อจำกัดลักษณะรูปแบบของทางหลวง (Layout Constraint หรือ Lc) ประกอบด้วย ลักษณะหน้าตัดของทางหลวง ความกว้างของไหล่ทางที่ไม่ปูผิว (Verge Width) และจำนวนของทางเข้าออกและทางแยก สามารถหาค่าได้จากตารางที่ 2-8

ตารางที่ 2-8 ข้อจำกัดลักษณะรูปแบบของทางหลวง (Layout Constraint) ในสหราชอาณาจักร

ชั้นทาง	ทางหลวงที่ไม่มีเกาะกลาง							ทางหลวงที่มีเกาะกลาง			ทางพิเศษ	
จำนวนช่องจราจร	2		2		2		4	ข้างละ 2		ข้างละ 3	ข้างละ 2	ข้างละ 3
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)	6.00		7.30		10.00		12.00 - 14.60	ข้างละ 7.30		ข้างละ 11.00	ข้างละ 7.30	ข้างละ 11.00
จำนวนของทางเข้าออกและทางแยกต่อกิโลเมตร	9-12	6-8	6-8	2-5	6-8	2-5	ไม่ระบุ	6-8	2-5	2-5	2-5	2-5
มีไหล่ทางที่ไม่ปูผิวกว้างตามมาตรฐาน	**29**	**26**	**23**	**21**	**19**	**17**	**13-15**	**10**	**9**	**6**	**4**	**0**
มีไหล่ทางที่ไม่ปูผิวกว้าง 1.50 เมตร	**31**	**28**	**25**	**23**								
มีไหล่ทางที่ไม่ปูผิวกว้าง 1.00 เมตร	**33**	**30**										

ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 1 - TD 9/93 – Amendment No.1 – Highway Link Design, Department of Transport (2002)

จากนั้นนำค่า Ac และ Lc ที่ได้ ไปหาอัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตชนบทจากภาพที่ 2-1 ซึ่งจะแบ่งได้เป็น 4 ช่วง คือ 120, 100, 85 และ 70 กม./ชม. ส่วนตัวอักษร A และ B ที่อยู่หลังค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบจะนำไปใช้ในการออกแบบองค์ประกอบอื่น ๆ ต่อไป



ภาพที่ 2-1 การหาอัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตชนบทของสหราชอาณาจักร จากความสัมพันธ์ระหว่างข้อจำกัดของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ กับ ลักษณะรูปแบบทางหลวง (ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 1 - TD 9/93 – Amendment No.1 – Highway Link Design, Department of Transport (2002))

สำหรับในเขตเมือง อัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงจะขึ้นอยู่กับการจำกัดความเร็วในเขตเมือง ดังตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2-9 อัตราความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองของสหราชอาณาจักร

อัตราความเร็วที่จำกัดไว้ กม./ชม.	อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.
48 (30 ไมล์/ชม.)	60
64 (40 ไมล์/ชม.)	70
80 (50 ไมล์/ชม.)	85
96 (60 ไมล์/ชม.)	100

ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 1 - TD 9/93 – Amendment No.1 – Highway Link Design, Department of Transport (2002)

ในส่วนของระยะห่างแนวดิ่ง จะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยสำคัญ คือ ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน กับ รัศมีโค้งดิ่งหงายของทางหลวงช่วงที่อยู่ใต้โครงสร้าง (Sag Curve Radius) ดังตารางที่ 2-10 และตารางที่ 2-11

ตารางที่ 2-10 ระยะห่างแนวดิ่งของทางหลวงในสหราชอาณาจักร

ชนิดของโครงสร้าง	ระยะห่างแนวดิ่ง สำหรับการก่อสร้างใหม่ (เมตร)	ระยะห่างแนวดิ่ง ที่เป็นค่าขั้นต่ำ (เมตร)
สะพาน	5.30 + S	5.03 + S
สะพานลอย, ป้ายจราจร	5.7 + S	5.41 + S
โครงสร้างชั่วคราว	ไม่กำหนด	5.41 + S
สิ่งก่อสร้างอื่นๆเหนือทางหลวงที่มีการจราจรหนาแน่น	6.45 + S	6.18 + S

หมายเหตุ : S คือ ค่าชดเชยจากรัศมีโค้งดิ่งหงายของทางหลวงที่อยู่ใต้โครงสร้าง (ดูตารางที่ 2-11)

ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 2 - TD 27/05 – Cross-Sections and Headrooms, Department of Transport (2005)

ตารางที่ 2-11 ค่าความสูงชดเชยจากรัศมีโค้งดิ่งหงายของทางหลวงที่อยู่ใต้โครงสร้าง

รัศมีโค้งดิ่งหงาย	ค่าความสูงชดเชย S (มม.)
1000	80
1200	70
1500	55
2000	45
3000	25
6000	15
>6000	0

ที่มา: Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 2 - TD 27/05 – Cross-Sections and Headrooms, Department of Transport (2005)

จะเห็นได้ว่า มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักรมีความแตกต่างจากมาตรฐานทางหลวงในประเทศอื่นๆ ตรงที่ไม่ได้ใช้ความเร็วในการออกแบบเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดองค์ประกอบที่เป็นลักษณะรูปแบบของทางหลวงและแนวเส้นทางที่จะออกแบบ แต่กลับเป็นในทางตรงกันข้าม ซึ่งมีข้อดีคือ ความเร็วในการออกแบบจะสอดคล้องกับสภาพในการขับขี่อย่างแท้จริง แต่ก็มีข้อจำกัด คือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะแนวเส้นทางที่จะออกแบบ ก็จะต้องพิจารณาการกำหนดความเร็วในการออกแบบอีกครั้งว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่

2.2.3 มาตรฐานทางหลวงในทวีปเอเชีย

ในทวีปเอเชียได้มีการกำหนดมาตรฐานทางหลวงของทวีปเอเชียขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานขั้นต่ำ และเป็นแนวทางในการออกแบบทางหลวงให้ตอบสนองกับปริมาณการจราจรระหว่างประเทศ นอกจากนี้ ในภูมิภาคอาเซียนก็มีการกำหนดมาตรฐานทางหลวงของอาเซียนเช่นกัน โดยยึดแนวทางมาจากมาตรฐานทางหลวงของทวีปเอเชีย สำหรับรายละเอียดของมาตรฐานจะอยู่ในภาคผนวก ก และภาคผนวก ข อย่างไรก็ตาม แต่ละประเทศในทวีปเอเชียต่างก็มีมาตรฐานเป็นของตนเอง ในที่นี้จึงขอนำเสนอมาตรฐานทางหลวงของประเทศที่น่าสนใจ ดังนี้

2.2.3.1 มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน

กระทรวงคมนาคมของสาธารณรัฐประชาชนจีนได้กำหนดและอนุมัติมาตรฐานทางหลวงขึ้น ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิตโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวันที่เฉลี่ยจากปริมาณการจราจรทั้งปี (Annual Average Daily Traffic หรือ AADT) รวมทั้งมีการกำหนดองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง ดังตารางที่ 2-12

ตารางที่ 2-12 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน

ชั้นทาง	ทางพิเศษ	1	2	3	4
ปริมาณจราจรต่อวันที่เฉลี่ยจากปริมาณการจราจรทั้งปี (คัน)	25,000-100,000	15,000-30,000	3,000-7,500	1,000-4,000	น้อยกว่า 1,500
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.	60-120	60-100	40-80	30-60	20-40
ความลาดชันสูงสุด %	3-5	4-6	5-7	6-8	6-9
จำนวนช่องจราจร	4-8	4	2	2	1-2
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร)	ข้างละ 7.00-15.00	ข้างละ 7.00-7.50	7.00-9.00	6.00-7.00	3.50-6.00
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	3.75 (หรือ 4.00)	3.75	1.50	0.75	0.50
ระยะห่างแนวดิ่ง (เมตร)	5.00	5.00	5.00	4.50	4.50

ที่มา: Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula, UNESCAP (2001)

จะเห็นได้ว่า ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันที่ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดชั้นทางของทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีนมีปริมาณที่สูงกว่าของประเทศอื่นอย่างเห็นได้ชัด อาจมีสาเหตุจากจำนวนประชากรที่มากเป็นอันดับต้นๆของโลก ทำให้เกิดความต้องการในการเดินทางในอัตราที่สูง

มาก การใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันในการกำหนดชั้นทางจึงน่าจะเหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งาน นอกจากนี้ ความเร็วในการออกแบบมีช่วงการใช้งานที่กว้างมากตั้งแต่ 20 ไปจนถึง 120 กม./ชม. เนื่องจากพื้นที่อันกว้างใหญ่มหาศาลและภูมิประเทศที่แตกต่างกันของสาธารณรัฐประชาชนจีนนั่นเอง

2.2.3.2 มาตรฐานทางหลวงในประเทศคาซักสถาน

ประเทศคาซักสถานได้ใช้มาตรฐานทางหลวงของอดีตสหภาพโซเวียตที่มีชื่อว่า SNiP 2.05.02-85 ในการออกแบบทางหลวง ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันและประเภทของทางหลวง รวมทั้งมีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง ดังตารางที่ 2-13

ตารางที่ 2-13 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศคาซักสถาน

ชั้นทาง	1	2	3	4	5
ประเภทถนน	ทางหลวงแผ่นดิน/รัฐ	ทุกประเภท	ทุกประเภท	ทุกประเภท	ท้องถิ่น
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 7,000	3,000-7,000	1,000-3,000	100-1,000	น้อยกว่า 100
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.	120-150	120	100	80	60
ความลาดชันสูงสุด %	3-4	4	5	6	7
จำนวนช่องจราจร	4-6	2	2	2	1
ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)	3.75	3.75	3.50	3.00	4.50
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	3.75 (หรือ 1.50)	3.75	2.50	2.00	1.75
ความกว้างของเขตทาง (เมตร)	20.00-42.50	15.00	12.00	10.00	8.00
ระยะห่างแนวดิ่ง (เมตร)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

หมายเหตุ: ทางหลวงที่ไม่ได้ปูผิวด้วยแอสฟัลท์หรือคอนกรีต ให้ใช้ระยะห่างแนวดิ่ง 4.5 เมตรแทน
ที่มา: Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula, UNESCAP (2001)

จะเห็นได้ว่า ความเร็วในการออกแบบของชั้นทางที่ 1 สามารถมีค่าสูงถึง 150 กม./ชม. อาจมีสาเหตุจากระยะห่างของตัวเมืองในแต่ละเมืองมีอยู่มาก และตัวเมืองอาจไม่ใหญ่นัก จึงทำให้สามารถขับขี่โดยใช้ความเร็วสูงมากๆได้ สำหรับเหตุที่คาซักสถานเลือกใช้มาตรฐานทางหลวงของอดีตสหภาพโซเวียตในการออกแบบ ก็เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับพื้นที่อดีตสหภาพโซเวียตที่มีพรมแดนติดกันได้อย่างสะดวก

2.2.3.3 มาตรฐานทางหลวงในประเทศมองโกเลีย

ประเทศมองโกเลียได้ใช้มาตรฐานทางหลวงของอดีตสหภาพโซเวียตที่มีชื่อว่า SNiP 2.05.02-97 ร่วมกับมาตรฐานและข้อกำหนด "Auto Road Construction Standards and Specifications" ในการออกแบบทางหลวง ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันและประเภทของทางหลวงคล้ายกับประเทศคาซักสถาน และได้กำหนดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงในระดับชั้นทางต่างๆ ดังตารางที่ 2-14

ตารางที่ 2-14 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศมองโกเลีย

ชั้นทาง	ทางพิเศษ	1	2	3	4	5
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 7,000	มากกว่า 7,000	3,000-7,000	1,000-3,000	100-1,000	น้อยกว่า 100
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.	120-140	120	100	80	60	60 ลงไป
ความลาดชันสูงสุด %	3-4	4	5	6	7	7 ขึ้นไป
จำนวนช่องจราจร	4	4	2	2	2	1-2
ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)	3.75	3.50	3.50	3.50	3.00	4.50-5.00
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	3.75 (หรือ 2.00)	3.50	3.00	2.50	1.50	-
ความกว้างของเขตทาง (เมตร)	20.00-35.00	20.00-35.00	13.00	12.00	9.00	4.50-5.00
ระยะห่างแนวดิ่ง (เมตร)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00

หมายเหตุ: ทางหลวงที่ไม่ได้ปูผิวด้วยแอสฟัลท์หรือคอนกรีต ให้ใช้ระยะห่างแนวดิ่ง 4.5 เมตรแทน
ที่มา: Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula, UNESCAP (2001)

จะเห็นได้ว่า ความเร็วในการออกแบบของชั้นทางพิเศษ สามารถมีค่าสูงถึง 140 กม./ชม. อาจมีสาเหตุจากระยะห่างของตัวเมืองในแต่ละเมืองมีอยู่มาก จึงทำให้สามารถขับขี่โดยใช้ความเร็วสูงมากๆได้ ส่วนเหตุที่มองโกเลียเลือกใช้มาตรฐานทางหลวงของอดีตสหภาพโซเวียตในการออกแบบ ก็เพื่อที่จะเชื่อมต่อกับพื้นที่อดีตสหภาพโซเวียตที่มีพรมแดนติดกันได้อย่างสะดวก

2.2.3.4 มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลี

มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลีได้ถูกกำหนดโดยมีพื้นฐานจากมาตรฐานทางหลวงของสหรัฐอเมริกา (AASHTO Standards) ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของทางหลวง ได้แก่ ทางพิเศษ (Highway), ทางหลวงแผ่นดิน (National Road), ทางหลวงจังหวัด (Provincial Road) และ ทางหลวงท้องถิ่น (City/County Road) รวมทั้งมีการกำหนดองค์ประกอบสำคัญอื่นๆในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง ดังตารางที่ 2-15

ตารางที่ 2-15 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลี

ชั้นทาง	1	2	3	4
ประเภทถนน	ทางพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงจังหวัด	ทางหลวงท้องถิ่น
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.				
- เขตชนบท	100-120	60-80	50-70	50-60
- เขตเมือง	80-100	80	60	50
ความลาดชันสูงสุด %				
- ทางราบ (เขตชนบท, เขตเมือง)	3, 3-4	4-5, 4	4-6, 5	5-6, 6
- ทางเขา (เขตชนบท, เขตเมือง)	3-5, 5-6	6-7, 6	6-9, 7	7-9, 9
ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)	3.50	3.25-3.50	3.00-3.25	3.00
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)				
- เขตชนบท	3.00	1.75	1.25	1.00
- เขตเมือง	2.00	-	-	-
ระยะห่างแนวดิ่ง (เมตร)	4.50	4.50	4.50	4.50

ที่มา: Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula, UNESCAP (2001)

จะเห็นได้ว่า มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลีก็ให้ความสำคัญของประเภทการใช้งานของถนนเป็นลำดับแรกในการออกแบบทางหลวงเช่นเดียวกับสหรัฐอเมริกา ฉะนั้นข้อได้เปรียบและข้อจำกัดจึงใกล้เคียงกับมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา

2.2.3.5 มาตรฐานทางหลวงในประเทศมาเลเซีย

กรมโยธาธิการ (Public Work Department) ของมาเลเซียได้กำหนดมาตรฐานทางหลวง โดยมีพื้นฐานจากมาตรฐานทางหลวงของสหรัฐอเมริกา (AASHTO Standards) ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของทางหลวง ลักษณะเขตที่ทางหลวงตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) และปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน สามารถจำแนกชั้นทางได้ดังตารางที่ 2-16

ตารางที่ 2-16 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศมาเลเซีย

พื้นที่	ประเภทถนน	ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)					
		ไม่ได้กำหนด	มากกว่า 10,000	3,000 - 10,000	1,000-3,000	150 - 1,000	น้อยกว่า 150
ชนบท	ทางพิเศษ	R6	-	-	-	-	-
	ทางหลวงแผ่นดิน	R5	-	-	-	-	-
	ถนนชั้นเอก	-	R5	R4	-	-	-
	ถนนชั้นโท	-	-	R4	R3	-	-
	ถนนย่อย	-	-	-	-	R2	R1/R1a
ในเมือง	ทางพิเศษ	U6	-	-	-	-	-
	ทางหลวงขนาดใหญ่	-	U5	U4	-	-	-
	ทางหลวงขนาดรอง	-	-	U4	U3	-	-
	ทางหลวงท้องถิ่น	-	-	-	U3	U2	U1/U1a

ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

ในส่วนของความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง จะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ (ในเขตชนบท) หรือ ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (ในเขตเมือง) ดังตารางที่ 2-17 และตารางที่ 2-18 ตามลำดับ

ตารางที่ 2-17 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตชนบท)

ชั้นทาง	อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)		
	ทางราบ	ทางเนิน	ทางเขา
R6	120	100	80
R5	100	80	60
R4	90	70	60
R3	70	60	50
R2	60	50	40
R1	40	30	20
R1a	40	30	20

ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-18 ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตเมือง)

ชั้นทาง	อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)		
	พื้นที่ประเภทที่ 1	พื้นที่ประเภทที่ 2	พื้นที่ประเภทที่ 3
U6	100	80	60
U5	80	60	50
U4	70	60	50
U3	60	50	40
U2	50	40	30
U1	40	30	30
U1a	40	30	20

หมายเหตุ : พื้นที่ประเภทที่ 1 คือ พื้นที่ที่แทบไม่มีปัญหาหรือผลกระทบจากการก่อสร้างทางหลวง
พื้นที่ประเภทที่ 2 คือ พื้นที่ที่มีลักษณะกึ่งกลางระหว่างพื้นที่ประเภทที่ 1 กับพื้นที่ประเภทที่ 3
พื้นที่ประเภทที่ 3 คือ พื้นที่ที่มีปัญหาเป็นอย่างมากในเรื่องการเวนคืนที่ดิน ผลกระทบต่ออาคารใกล้เคียง หรือ ผลกระทบด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม
ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

สำหรับความกว้างของช่องจราจรในแต่ละชั้นทาง มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-19

ตารางที่ 2-19 ความกว้างของช่องจราจรของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย

ชั้นทาง	ความกว้างของช่องจราจร (เมตร)
R6 / U6	3.50
R5 / U5	3.50
R4 / U4	3.25
R3 / U3	3.00
R2 / U2	2.75
R1 / U1	5.00 (วิ่งได้ 2 ทิศทาง)
R1a / U1a	5.40 (วิ่งได้ 2 ทิศทาง)

ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

ในส่วนของความกว้างไหล่ทาง จะขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ (ในเขตชนบท) หรือลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (ในเขตเมือง) ดังตารางที่ 2-20 และตารางที่ 2-21 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-20 ความกว้างไหล่ทางของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตชนบท)

ชั้นทาง	ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)		
	ทางราบ	ทางเนิน	ทางเขา
R6	3.00	3.00	2.50
R5	3.00	3.00	2.50
R4	3.00	3.00	2.00
R3	2.50	2.50	2.00
R2	2.00	2.00	1.50
R1	1.50	1.50	1.50
R1a	1.50	1.50	1.50

ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

ตารางที่ 2-21 ความกว้างไหล่ทางของทางหลวงในประเทศมาเลเซีย (เขตเมือง)

ชั้นทาง	ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)		
	พื้นที่ประเภทที่ 1	พื้นที่ประเภทที่ 2	พื้นที่ประเภทที่ 3
U6	3.00	3.00	2.50
U5	3.00	3.00	2.50
U4	3.00	2.50	2.00
U3	2.50	2.00	1.50
U2	2.00	1.50	1.50
U1	1.50	1.50	1.50
U1a	1.50	1.50	1.50

หมายเหตุ : ความหมายของพื้นที่ประเภทที่ 1,2 และ 3 ดูในหมายเหตุของตารางที่ 2-18

ที่มา: Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads, Road Branch, Public Work Department (1986)

สำหรับระยะห่างแนวดิ่ง ได้มีการกำหนดระยะขั้นต่ำไว้ที่ 5.00 เมตร ตลอดความกว้างของผิวจราจรและไหล่ทาง (อาจมีการเผื่อระยะไว้ 0.1-0.3 เมตร สำหรับการเสริมผิวถนนในอนาคต) และอาจลดได้ถึง 4.60 เมตร สำหรับทางหลวงท้องถิ่นหรือถนนย่อย หากมีเส้นทางใกล้เคียงที่มีระยะห่างแนวดิ่ง 5.00 เมตร

จะเห็นได้ว่า การกำหนดชั้นทางในมาตรฐานทางหลวงของประเทศมาเลเซียมีความซับซ้อน เนื่องจากมีการพิจารณามากกว่า 1 ปัจจัยในการกำหนดชั้นทาง ซึ่งทำให้สามารถออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุม

ตัวอย่างเช่น ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบมีช่วงของค่าที่กว้างมาก ตั้งแต่ 20-120 กม./ชม. อีกประเด็นที่น่าสนใจ คือ ความกว้างช่องจราจรสูงสุดมีค่า 3.50 เมตร ซึ่งเท่ากับความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย ทำให้การเดินทางระหว่าง 2 ประเทศนี้เป็นไปโดยสะดวก

2.2.3.6 มาตรฐานทางหลวงในประเทศไทย

กรมทางหลวงได้กำหนดและอนุมัติมาตรฐานของทางหลวง ซึ่งมีการกำหนดชั้นทางโดยขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน รวมทั้งมีการกำหนดความเร็วและองค์ประกอบสำคัญอื่นๆ ในการออกแบบทางหลวงแต่ละชั้นทาง ดังตารางที่ 2-22

ตารางที่ 2-22 มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศไทย

ชั้นทาง	พิเศษ	1	2	3	4	5	เขตเมือง
ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวัน (คัน)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	น้อยกว่า 300	-
อัตราความเร็วที่ใช้ออกแบบ กม./ชม.							
- ทางราบ	90-110				70-90	60-80	60
- ทางเนิน	80-110				55-70	50-60	60
- ทางเขา	70-90				40-55	30-50	60
ความลาดชันสูงสุด							
- ทางราบ	4%	4%			4%	4%	แปรผัน
- ทางเนิน	6%	6%			8%	8%	แปรผัน
- ทางเขา	6%	8%			12%	12%	แปรผัน
ประเภทผิวจราจรและไหล่ทาง	ชั้นสูง		ชั้นกลาง – สูง		ลูกรัง		ชั้นสูง
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร) (ช่องละ 3.5 เมตร)	อย่างน้อยข้างละ 7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	ช่องจราจรละ 3.00-3.50
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	ซ้าย 2.5-3.0 ขวา 1.0-1.5	2.50	2.00	1.50	1.00	-	2.50 หรือเป็นทางเท้า
ความกว้างของเขตทาง (เมตร)	60-80		40-60		30-40		ตามเหมาะสม
ยกโค้งราบสูงสุด	10%						6%

ที่มา: สำนักสำรวจและออกแบบ, กรมทางหลวง, 2553: ออนไลน์

สำหรับระยะห่างแนวดิ่ง ปัจจุบันกรมทางหลวงได้มีการกำหนดระยะห่างแนวดิ่งสำหรับทางหลวงที่ก่อสร้างใหม่ไว้ที่ 5.50 เมตร ตลอดความกว้างของผิวจราจรและไหล่ทาง (โดยเผื่อระยะไว้แล้ว 0.50 เมตร สำหรับการเสริมผิวถนนในอนาคต) ส่วนค่าความกว้างผิวจราจรและไหล่ทางในทางหลวงชั้นทางที่ 5 จะเป็นการกำหนดเพื่อใช้ในการก่อสร้างเท่านั้น แต่ในการออกแบบทางเรขาคณิต กรมทางหลวงก็จะใช้ค่าความกว้างช่องจราจรที่ 3.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และใช้ค่าความกว้างไหล่ทางที่ 0.50 เมตร

จะเห็นได้ว่า มาตรฐานทางหลวงในประเทศไทย กำหนดความเร็วในการออกแบบสูงสุดเพียงแค่ 110 กม./ชม. กับทางหลวงที่มีปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตั้งแต่ 1,000 ถึง 8,000 คันขึ้นไป ต่ำกว่าของประเทศอื่นๆที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับสภาพการจราจรและพฤติกรรมการขับขี่ในปัจจุบัน น่าจะสามารถเพิ่มความเร็วในการออกแบบได้อีกเล็กน้อย โดยเฉพาะในชั้นทางพิเศษ

2.3 แนวทางการจัดประเภททางหลวงและการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงหลักการในการจัดประเภททางหลวงและการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ ที่พบในมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 หลักการในการจัดประเภททางหลวง

จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของหลายๆประเทศในข้อ 2.2 สามารถจำแนกหลักการในการจัดประเภททางหลวง หรือ การกำหนดชั้นทางเพื่อการออกแบบได้ดังนี้

1.) การจัดประเภททางหลวงตามรูปแบบหน้าที่การใช้งาน เช่น มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐเกาหลี
2.) การจัดประเภททางหลวงตามลักษณะหน้าตัดของถนน เช่น มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักร
3.) การจัดประเภททางหลวงโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน เช่น มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย และประเทศไทย
4.) การจัดประเภททางหลวงโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน เช่น มาตรฐานทางหลวงในประเทศมาเลเซีย

2.3.2 หลักการในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ

ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบทางเรขาคณิตขององค์ประกอบต่าง ๆ ของถนน โดยเฉพาะการออกแบบแนวทางราบ/แนวทางดิ่ง และระยะมองเห็น นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบโดยอ้อมไปถึงการออกแบบองค์ประกอบอื่นๆด้วย เช่น ความกว้างของผิวจราจร ความกว้างของไหล่ทาง ความกว้างของเขตทาง ฉะนั้นในการเลือกใช้ความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสม จึงต้องพิจารณาหลายๆปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ชนิดของภูมิ

ประเทศ ข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ประเภทและปริมาณของยานพาหนะที่คาดว่าจะใช้ถนน การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ชุมชนที่ถนนตัดผ่าน(ชนบทหรือในเมือง) คุณค่าทางสุนทรียศาสตร์และ ความสอดคล้องกับความเร็วที่ใช้ในการออกแบบขององค์ประกอบถนนรอบข้าง (California Highway Design Manual (2006), หน้า 100-1)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆในหัวข้อ 2.2 สามารถจำแนกหลักการในการกำหนดความเร็วในการออกแบบของทางหลวงชั้นทางต่างๆได้ดังนี้

1.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน เช่น มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน และประเทศมองโกเลีย
2.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ เช่น มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา และประเทศไทย
3.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบทหรือในเมือง) เช่น มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐเกาหลี
4.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ เช่น มาตรฐานทางหลวงในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา
5.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้รูปแบบลักษณะของทางหลวงประกอบกับลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ เช่น มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักร
6.) การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ประเภทชั้นทางของทางหลวงประกอบกับชนิดของภูมิประเทศหรือลักษณะพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน เช่น มาตรฐานทางหลวงในประเทศมาเลเซีย

2.3.3 หลักการในการกำหนดตัวแปรอื่นๆที่ใช้ในการออกแบบ

จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา พบว่าการออกแบบและกำหนดตัวแปรสำคัญอื่นๆทางเรขาคณิตที่ใช้ในการออกแบบทางหลวง ทั้งที่ระบุและไม่ระบุในมาตรฐานชั้นทาง มีข้อมูลพื้นฐานที่ใช้แตกต่างกันในแต่ละตัวแปร ดังนี้

1.) ความลาดชันสูงสุด จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการออกแบบ และ ภูมิประเทศ ส่วนการออกแบบความลาดชันของถนน จะพิจารณาถึงการระบายน้ำ และ สมดุลของการขุดและถมดินเพื่อความประหยัดในการก่อสร้างด้วย

2.) ความกว้างของผิวจราจร ช่องจราจร ไหล่ทาง และเกาะกลาง จะขึ้นอยู่กับประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ขับขี่ โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณการจราจร และ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง

3.) ระดับการยกโค้งราบสูงสุด จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการออกแบบ และ ชนิดของภูมิประเทศ ส่วนการออกแบบการยกโค้งราบ จะพิจารณารัศมีโค้งราบด้วย

4.) ระยะห่างแนวดิ่ง จะขึ้นอยู่กับประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบทหรือในเมือง)

5.) ระยะมองเห็น (Sight Distance) ทั้งสำหรับการหยุด การแซง การตัดสินใจ และในบริเวณมุมหรือทางแยก จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการออกแบบ ถนนที่มีความเร็วในการออกแบบสูง ก็จะต้องใช้ระยะทางสำหรับหยุดรถและแซงรถยาวมากขึ้น

6.) โค้งราบ (Horizontal Curve) จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการออกแบบและสภาพภูมิประเทศเป็นหลัก เพื่อหารัศมีโค้งราบที่เหมาะสม

7.) โค้งดิ่ง (Vertical Curve) จะขึ้นอยู่กับความเร็วในการออกแบบและระดับความชันที่ต่างกันของทางหลวงเป็นหลัก เพื่อหาความยาวโค้งดิ่งที่เหมาะสม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสม ซึ่งจะเน้นไปที่ความเร็วในการออกแบบอันเป็นค่าเริ่มต้นในการออกแบบองค์ประกอบของทางหลวงโดยส่วนใหญ่ รวมไปถึงการทบทวนมาตรฐานทางหลวงในอดีต มีรายละเอียด ดังนี้

Kosasih, Robinson and Snell (1987) ได้ศึกษาทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และ ประเทศออสเตรเลีย พร้อมทั้งนำเสนอข้อคิดเห็นในการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ ได้แก่ ความเร็วในการออกแบบ ระยะมองเห็น แนวทางราบ แนวทางดิ่ง และ ลักษณะหน้าตัดของถนน ซึ่งในประเด็นความเร็วในการออกแบบพบว่า มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกาจะกำหนดประเภทของทางหลวง แล้วจึงกำหนดความเร็วในการออกแบบของถนนประเภทนั้น โดยดูที่ปริมาณการจราจรและสภาพภูมิประเทศเป็นหลัก ในขณะที่มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักรและในออสเตรเลียจะดูที่ลักษณะของแนวเส้นทางและหน้าตัดถนนที่จะออกแบบ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะแนวทางในการนำมาตรฐานทางหลวงของทั้ง 3 ประเทศนี้ไปใช้ในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งจะต้องทราบจุดประสงค์ในการออกแบบถนนก่อน จึงจะนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 (เพื่อก่อให้เกิดการเดินทางเชื่อมต่อพื้นที่) สามารถนำไปมาตรฐานขั้นต่ำไปใช้ได้ ระดับที่ 2 (เพื่อเพิ่มความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจร) ให้พิจารณาถึงขนาดของตัวแปรในการออกแบบที่เหมาะสมกับปริมาณ

การจราจรก่อนนำไปใช้ และ ระดับที่ 3 (เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน) ให้พิจารณาถึงข้อสมมติของมาตรฐานว่าเหมาะสมกับสภาพในประเทศของตนหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ไม่ได้กล่าวถึงการกำหนดระยะห่างในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งมักกำหนดอยู่ในมาตรฐานด้วย และมีผลต่อการออกแบบทางหลวงเช่นกัน

Krammes et al. (1994) ได้ศึกษาทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงใน 6 ประเทศ (สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส เยอรมนี สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา และออสเตรเลีย) ถึงวิธีการเลือกและกำหนดความเร็วในการออกแบบทางหลวง พบว่ามาตรฐานของประเทศเหล่านี้ (ยกเว้นแคนาดา) มีการพิจารณาถึงความเร็วในการใช้งาน (Operating Speed) ที่มีรูปแบบและเป็นทางการมากกว่ามาตรฐานของสหรัฐอเมริกา และมีการออกแบบที่มีขั้นตอนการทบทวนค่าที่ได้จากการออกแบบว่าเหมาะสมหรือไม่ด้วย (Feedback Loops) เพื่อให้ค่าความเร็วในการออกแบบและค่าความเร็วในการใช้งานมีความสอดคล้องกัน ซึ่งในมาตรฐานของทุกประเทศที่ศึกษาทบทวน จะใช้ความเร็วในการออกแบบในการกำหนดรัศมีโค้งราบขั้นต่ำ แต่จะมีบางประเทศที่ใช้ค่าความเร็วที่ 85 เปอร์เซ็นต์ไทล์ ในการออกแบบระยะมองเห็นและอัตราการยกโค้งราบ ถ้าค่าความเร็วนั้นมีค่ามากกว่าความเร็วในการออกแบบ นอกจากนี้ ยังมีบางประเทศได้กำหนดแนวทางการออกแบบสำหรับรัศมีโค้งราบ เช่น มาตรฐานของเยอรมนีจะกำหนดช่วงของค่ารัศมีที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมสำหรับการออกแบบโค้งราบ

Fitzpatrick et al. (2003) ได้ศึกษาการใช้ความเร็วในฐานะปัจจัยควบคุมในการกำหนดนโยบายและมาตรฐานในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง ทั้งจากการทบทวนมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป และจากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้อำนวยการและผู้จัดการฝ่ายออกแบบงานทางของหน่วยงานด้านการขนส่งของแต่ละรัฐในสหรัฐอเมริกา พบว่าปัจจัยที่ใช้เลือกความเร็วในการออกแบบในมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ได้แก่ ประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ชุมชนที่ถนนตัดผ่าน(ชนบท/ในเมือง) และชนิดของภูมิประเทศ ส่วนในมาตรฐานของประเทศในทวีปยุโรป ได้แก่ ความเร็วในการใช้งาน และ ค่าจากการออกแบบเบื้องต้นก่อนการทบทวน (Feedback Loops) ในขณะที่ผลสำรวจความคิดเห็นปรากฏว่า ปัจจัยที่มีผลได้แก่ มาตรฐานของสหรัฐอเมริกา ค่าความเร็วจำกัด ปริมาณการจราจร ความเร็วในการใช้งาน การพัฒนาของชุมชน ค่าใช้จ่าย และ ความสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่มีการสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้ทาง และยังพบว่าองค์ประกอบในการออกแบบส่วนใหญ่ถูกกำหนดโดยมีพื้นฐานจากความเร็วในการออกแบบไม่ทางตรงก็ทางอ้อม เช่น พิจารณาจากความเร็วในการใช้งาน นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการออกแบบ ความเร็วในการใช้งาน และความเร็วจำกัด พบว่ามีเพียงความเร็วในการใช้งานกับความเร็วจำกัดเท่านั้นที่สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ความเร็วในการออกแบบมีผลเล็กน้อยต่อความเร็วในการใช้งาน

Elvik (2012) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการขับขี่กับจำนวนอุบัติเหตุโดยใช้แบบจำลองกำลัง (Power Model) ซึ่งผลจะออกมาในรูปค่าตัวคูณของการเกิดอุบัติเหตุ

(Accident Modification Factor หรือ AMF) แล้วนำไปคูณกับจำนวนอุบัติเหตุตั้งต้นก็จะสามารถหาจำนวนอุบัติเหตุเมื่อเปลี่ยนแปลงความเร็วในการขับขี่ได้ต่อไป แสดงดังตารางที่ 2-23

ตารางที่ 2-23 จำนวนอุบัติเหตุที่ค่าความเร็วต่างๆ

ความเร็วตั้งต้น (กม./ชม.)	115	105	95	85	75	65	55	45	35
ความเร็วใหม่ (กม./ชม.)	105	95	85	75	65	55	45	35	25
ค่า AMF	0.728	0.679	0.697	0.652	0.822	0.829	0.672	0.578	0.686
จำนวนอุบัติเหตุ (ครั้ง)	72.80	49.42	34.43	22.44	18.44	15.30	10.28	5.94	4.08

หมายเหตุ: สมมติให้จำนวนอุบัติเหตุที่ความเร็ว 115 กม./ชม. เท่ากับ 100 ครั้ง (เป็นค่าตั้งต้น)
ที่มา: Elvik (2012)

Elvik et al. (2009) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มความกว้างช่องจราจรหรือความกว้างไหล่ทางกับการเกิดอุบัติเหตุ ในกรณีของความกว้างช่องจราจร พบว่าการเพิ่มความกว้างช่องจราจร 0.3-0.5 เมตร จะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ร้อยละ 4 ลดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้งได้ร้อยละ 8 แต่จะเพิ่มอุบัติเหตุบริเวณทางตรง ร้อยละ 19 ในขณะที่การขยายความกว้างช่องจราจรจากที่แคบกว่ามาตรฐานให้ได้ตามมาตรฐานจะลดอุบัติเหตุโดยรวมในเขตชนบทได้ร้อยละ 5 แต่จะเพิ่มอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บบนท้องถนนในเขตชนบทร้อยละ 9 และในเขตเมืองร้อยละ 14 ส่วนการขยายความกว้างช่องจราจรที่อยู่ในมาตรฐานอยู่แล้วให้เพิ่มขึ้นอีก จะลดอุบัติเหตุโดยรวมในเขตเมืองได้ร้อยละ 19 และลดอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บในเขตเมืองร้อยละ 8 ส่วนกรณีของความกว้างไหล่ทาง พบว่าการเพิ่มความกว้างไหล่ทางมีผลทำให้อุบัติเหตุลดลง ในกรณีของทางหลวงท้องถิ่น จะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ร้อยละ 12 และลดอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บได้ร้อยละ 18 ส่วนกรณีของทางพิเศษ จะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ถึงร้อยละ 27 อย่างไรก็ตามไหล่ทางของทางพิเศษที่มีความกว้างมากๆก็อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้น เมื่อผู้ขับขี่ใช้ไหล่ทางเป็นช่องจราจรแทน หรือ ไหล่ทางไม่ได้ยาวต่อเนื่องกัน

Lewis-Evans et al. (2005) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบของหน้าตัดถนนอันประกอบด้วย ความกว้างถนน ความกว้างช่องจราจร และความกว้างไหล่ทาง กับพฤติกรรมการขับขี่ผ่านการขับขี่จำลองและแบบสอบถาม พบว่าค่าความกว้างช่องจราจรที่เปลี่ยนไปเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการประเมินสภาพความปลอดภัยทางถนนของผู้ขับขี่ ร่วมกับความยากลำบากในการขับขี่ และ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติเหตุ

Ben-Bassat et al. (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของหน้าตัดถนนอันประกอบด้วย ความกว้างไหล่ทาง การติดตั้งราวกั้นขอบถนน (Guardrail) และลักษณะของโค้ง กับพฤติกรรมการขับขี่ผ่านการขับขี่จำลองและแบบสอบถาม พบว่าลักษณะของโค้งและค่าความกว้างไหล่ทางที่เปลี่ยนไปส่งผลต่อการประเมินสภาพความปลอดภัยทางถนนของผู้ขับขี่ นอกจากนี้ ค่าความกว้างไหล่ทางยังส่งผลต่อความเร็วที่ผู้ขับขี่คิดว่าสามารถขับได้อย่างปลอดภัย แต่ถนนสายนั้นจะต้องมีราวกั้นขอบถนนด้วย

2.5 สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัย สามารถสรุปหลักการออกแบบถนนโดยทั่วไปได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดนโยบายสำหรับประเภทถนนที่จะออกแบบ 2) พิจารณาและกำหนดองค์ประกอบและตัวแปรในการออกแบบทางเรขาคณิต ซึ่งมักจะเริ่มจากความเร็วในการออกแบบเป็นตัวตั้งต้น 3) กำหนดองค์ประกอบและตัวแปรในการออกแบบอื่นๆ โดยมีพื้นฐานจากตัวตั้งต้น และ 4) นำองค์ประกอบทางเรขาคณิตเหล่านี้เป็นข้อมูลในการออกแบบโครงสร้างของถนนและสะพานต่อไป ซึ่งตัวแปรในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของประเภททาง ประกอบด้วย ลักษณะการใช้งาน ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ ความกว้างของช่องจราจรและไหล่ทาง ความลาดชันสูงสุดของทางหลวง ระดับการยกโค้งราบสูงสุด ระยะห่างแนวราบ/แนวดิ่ง และ ระดับน้ำหนักที่โครงสร้างทางหลวงรองรับได้

จากการทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศต่างๆ พบว่าแต่ละประเทศก็จะมีการกำหนดตัวแปรในการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับประเทศของตน โดยที่อาจจะมีการอ้างอิงมาตรฐานของต่างประเทศเข้ามาปรับใช้ ทำให้สามารถสรุปแนวทางการจัดประเภททางหลวงได้เป็น 4 ชนิด คือ 1) จัดตามรูปแบบหน้าที่การใช้งาน 2) จัดตามลักษณะหน้าตัดของถนน 3) จัดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน และ 4) ใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน

ส่วนการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ จะแบ่งเป็นการกำหนดความเร็วในการออกแบบ มีหลักการกำหนด ได้แก่ 1) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน 2) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ 3) กำหนดโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน 4) กำหนดโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งาน ประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ 5) กำหนดโดยใช้รูปแบบลักษณะของทางหลวงประกอบกับลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ และ 6) กำหนดโดยใช้ประเภทชั้นทางของทางหลวงประกอบกับชนิดของภูมิประเทศหรือลักษณะพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน สำหรับการกำหนดตัวแปรอื่นๆทางเรขาคณิตที่ใช้ในการออกแบบทางหลวง ทั้งที่ระบุและไม่ระบุในมาตรฐานชั้นทาง ก็จะมีข้อมูลพื้นฐานที่ใช้แตกต่างกันไปในแต่ละตัวแปร

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงปัจจัย วิธีการ และขั้นตอนในการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง โดยเฉพาะความเร็วในการออกแบบซึ่งเป็นพื้นฐานในการออกแบบองค์ประกอบของทางหลวงส่วนใหญ่ รวมไปถึงการนำมาตรฐานทางหลวงของประเทศอื่นไปใช้ให้เหมาะสม ซึ่งจะต้องทราบจุดประสงค์ในการออกแบบถนนก่อน แต่ทั้งนี้ภาพรวมของงานวิจัยที่ผ่านมานั้นได้ทำการศึกษาโดยมุ่งเน้นเฉพาะการใช้ความเร็วในการออกแบบเป็นตัวตั้งต้นของการออกแบบองค์ประกอบอื่นๆของทางหลวงเท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะศึกษาแนวทางหรือวิธีการออกแบบทางเรขาคณิตในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้เห็นถึงมุมมองใหม่ๆและความแตกต่างที่จะสามารถพิจารณาถึงข้อดีและข้อจำกัดของการใช้ความเร็วในการออกแบบเป็นตัวตั้งต้นของการออกแบบองค์ประกอบอื่นๆของทางหลวงได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อวัตถุประสงค์หลัก คือ หาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักสำหรับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 5ส่วนคือ การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในมาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ การศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ออกแบบและผู้ใช้ทาง ประมวลและสรุปผลการศึกษา และการจัดทำวิทยานิพนธ์และการนำเสนอผลงานวิจัย โดยในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ในบทที่ 2 สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือการทบทวนมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1.1 มาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ

- มาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา
  - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 5th Edition (American Association of State Highway and Transportation Officials [AASHTO], 2004)
  - California Highway Design Manual (California Department of Transportation [Caltrans], 2006)
- มาตรฐานทางหลวงในสหราชอาณาจักร
  - Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 1 - TD 9/93 – Amendment No.1 – Highway Link Design (Department of Transport, 2002)
  - Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 2 - TD 27/05 –Cross-Sections and Headrooms (Department of Transport,2005)
- มาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน มองโกเลีย คาซัคสถาน และ สาธารณรัฐเกาหลี

- Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula (UNESCAP, 2001)

- มาตรฐานทางหลวงในประเทศมาเลเซีย
  - Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads (Road Branch, Public Work Department, 1986)

- มาตรฐานทางหลวงในประเทศไทย
  - เว็บไซต์ของกรมทางหลวง (www.doh.go.th)

3.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- Kosasih, Robinson and Snell (1987)ได้ศึกษาทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในสหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และ ประเทศออสเตรเลีย พร้อมทั้งนำเสนอข้อคิดเห็นในการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบและได้เสนอแนะแนวทางในการนำมาตรฐานทางหลวงของทั้ง 3 ประเทศนี้ไปใช้ในประเทศกำลังพัฒนา

- Krammes et al. (1994) ได้ศึกษาทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงใน 6 ประเทศ (สหราชอาณาจักร ฝรั่งเศส เยอรมนี สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา และ ออสเตรเลีย) ถึงวิธีการเลือกและกำหนดความเร็วในการออกแบบทางหลวง

- Fitzpatrick et al. (2003) ได้ศึกษาการใช้ความเร็วในฐานะปัจจัยควบคุมในการกำหนดนโยบายและมาตรฐานในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวง ทั้งจากการทบทวนมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรป และจากการสำรวจความคิดเห็นจากผู้อำนวยการและผู้จัดการฝ่ายออกแบบงานทางของหน่วยงานด้านการขนส่งของแต่ละรัฐในสหรัฐอเมริกา นอกจากนี้ยังศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการออกแบบ ความเร็วในการใช้งาน และความเร็วจำกัด

- Elvik (2012) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการขับขี่กับจำนวนอุบัติเหตุโดยใช้แบบจำลองกำลัง (Power Model) ซึ่งผลจะออกมาในรูปค่าตัวคูณของการเกิดอุบัติเหตุ (Accident Modification Factor หรือ AMF) แล้วนำไปคูณกับจำนวนอุบัติเหตุตั้งต้นก็จะสามารถหาจำนวนอุบัติเหตุเมื่อเปลี่ยนแปลงความเร็วในการขับขี่ได้ต่อไป

- Elvik et al. (2009) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มความกว้างช่องจราจรหรือความกว้างไหล่ทางกับการเกิดอุบัติเหตุ

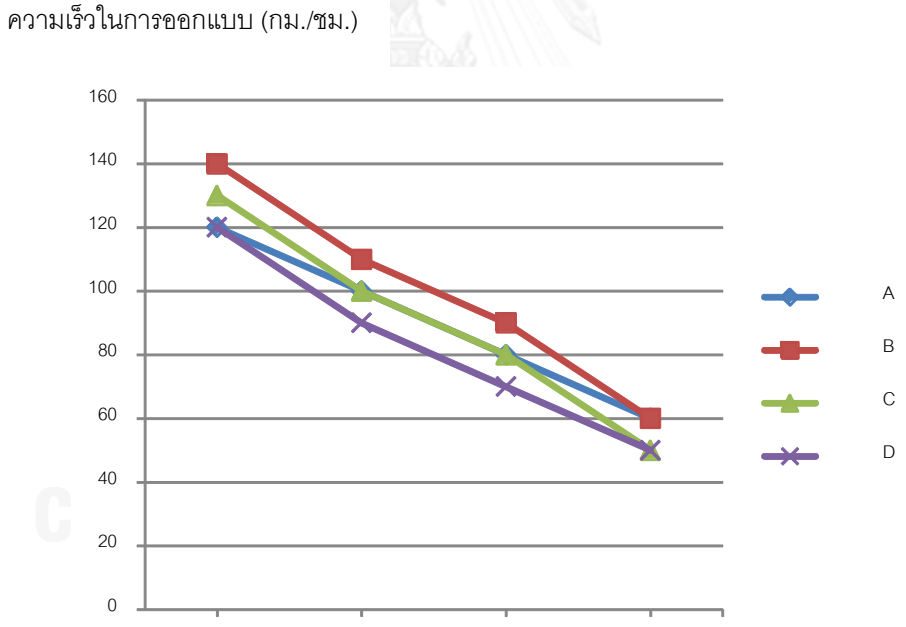
- Lewis-Evans et al. (2005) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าองค์ประกอบของหน้าตัดถนนอันประกอบด้วย ความกว้างถนน ความกว้างช่องจราจร และความกว้างไหล่ทาง กับพฤติกรรมการขับขี่ผ่านการขับขี่จำลองและแบบสอบถาม

Chulalongkorn University

- Ben-Bassat et al. (2011) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของหน้าตัดถนนอันประกอบด้วย ความกว้างไหล่ทาง การติดตั้งราวกั้นขอบถนน และลักษณะของโค้ง กับพฤติกรรมการขับขี่ผ่านการขับขี่จำลองและแบบสอบถาม

3.2 การวิเคราะห์ข้อกำหนดและองค์ประกอบหลักในมาตรฐานของประเทศต่างๆ

จากการทบทวนมาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ ในหัวข้อ 3.1.1 จะนำมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวง พร้อมทั้งเปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบหลักที่ใช้ในประเทศต่างๆ ได้แก่ ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างของช่องจราจร ความกว้างของไหล่ทาง และระยะห่างแนวดิ่ง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สามารถนำไปกำหนดเป็นลักษณะเฉพาะของทางหลวงในแต่ละชั้นทางได้อย่างชัดเจนทั้งในมุมมองของผู้ออกแบบและผู้ใช้ทาง โดยจะเปรียบเทียบระหว่างประเทศที่มีการกำหนดประเภทถนนในลักษณะเดียวกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวงที่เหมาะสมในประเทศไทยโดยอาจแสดงผลในรูปของตารางหรือกราฟรูปแบบต่างๆ ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆโดยแยกตามประเภทของทางหลวง

3.3 การศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

การศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบและผู้ใช้ทางหลวงต่อข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสมกับประเทศไทย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) จัดทำแบบสอบถามทัศนคติและความคิดเห็น 2) เลือกกลุ่มตัวอย่างและสถานที่เก็บแบบสอบถาม 3) จัดเก็บข้อมูลและคัดกรองข้อมูล 4) วิเคราะห์ผลการศึกษาเบื้องต้น5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ และ 6) สรุปผลการศึกษาด้านทัศนคติและความคิดเห็น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 จัดทำแบบสอบถาม

จุดประสงค์ในการจัดทำแบบสอบถามประกอบด้วย 1) ต้องการทราบข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบ เพื่อบ่งบอกถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล 2) ต้องการทราบความคิดเห็นต่อขนาดขององค์ประกอบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับทางหลวงในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพิจารณาขนาดขององค์ประกอบหลักของทางหลวงที่เหมาะสมในมุมมองของหลายๆฝ่าย และ 3) ต้องการทราบความคิดเห็นต่อนโยบายในการออกแบบทางเรขาคณิตสำหรับทางหลวงในประเทศไทย โดยแบบสอบถามได้แสดงในภาคผนวก ค และภาคผนวก ง

1) ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะส่วนบุคคล

เป็นข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ อายุ วุฒิการศึกษาสูงสุด (สำหรับผู้ตอบทุกกลุ่ม) หน่วยงานที่สังกัด ประสบการณ์ในการออกแบบ ความเชี่ยวชาญ จำนวนโครงการที่เคยมีส่วนร่วม และคะแนนความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิต(สำหรับผู้ตอบที่เป็นวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบงานทาง) เพศ รายได้ต่อเดือน ประสบการณ์ในการขับขี่ รถที่ขับขี่ประจำ จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์ แนวเส้นทางที่ขับผ่านประจำ และ ความเร็วสูงสุดที่ใช้ขับขี่ (สำหรับผู้ใช้ทาง) เพื่อบ่งบอกถึงความแตกต่างของแต่ละบุคคล

2) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อนโยบายในการออกแบบทางเรขาคณิตสำหรับทางหลวงในประเทศไทย

ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในส่วนนี้ เช่น ความเหมาะสมของมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในปัจจุบัน องค์ประกอบของทางหลวงที่ควรปรับปรุงการออกแบบมากที่สุด ปัจจัยที่ควรใช้ในการจัดประเภททางหลวง ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ รวมไปถึงข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ข้อมูลในส่วนนี้จะทำให้เห็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบทางหลวงให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้ดียิ่งขึ้น

3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตที่เหมาะสมสำหรับทางหลวงในประเทศไทย

ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในส่วนนี้ คือ ขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตที่เหมาะสมสำหรับทางหลวงแต่ละประเภทในประเทศไทย ได้แก่

- ความเร็วในการออกแบบ
- จำนวนช่องจราจร
- ความกว้างของช่องจราจร
- ความกว้างของไหล่ทาง
- ระยะห่างแนวดิ่ง

ซึ่งแต่ละกลุ่มตัวอย่างอาจจะมีความคิดเห็นหรือมุมมองที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะระหว่างผู้ออกแบบกับผู้ใช้ทาง ข้อมูลในส่วนนี้จะทำให้เห็นว่าการออกแบบทางหลวงสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้มากน้อยแค่ไหน อย่างไรก็ตาม ลักษณะของคำถามจะมีความแตกต่างกันตามความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับงานทางของแต่ละกลุ่ม กล่าวคือ คำถามสำหรับวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบงานทาง จะเน้นให้ผู้ตอบระบุถึงขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตที่เหมาะสม ในขณะที่คำถามสำหรับผู้ใช้ทาง จะให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นถึงขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตในปัจจุบันว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ แค่ไหน เช่น ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรกับความกว้างของช่องจราจรในปัจจุบันที่มีขนาด 3.50 เมตร หรือ ขนาดของไหล่ทางส่งผลต่อความเร็วในการขับขี่แค่ไหน

3.3.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างและสถานที่เก็บแบบสอบถาม

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม คือ กลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบทางหลวง จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มได้แก่ 1) วิศวกรในกรมทางหลวง อันเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับและดูแล ควบคุมการออกแบบและก่อสร้างทางหลวง 50 ท่าน 2) วิศวกรผู้ออกแบบงานทาง 50 ท่าน และ 3) ผู้ใช้ทาง 400 คน ซึ่งจะแบ่งเป็นผู้ขับขี่รถยนต์ส่วนตัวและผู้ขับขี่รถบรรทุกหรือรถประจำทาง สำหรับการแจกและเก็บแบบสอบถามนั้นจะแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม กลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวงจะได้รับแบบสอบถามผ่านทางจดหมายไปยังกรมทางหลวงและสำนักการทาง ในขณะที่กลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบงานทาง จะเก็บแบบสอบถามผ่านทางบริษัทที่ปรึกษา ส่วนกลุ่มผู้ใช้ทางจะเก็บแบบสอบถามในบริเวณที่มีผู้ใช้ทางจำนวนมาก เช่น จุดพักรถบนทางพิเศษ สถานบริการน้ำมันขนาดใหญ่ สถานีขนส่ง ห้างสรรพสินค้า ฯลฯ

3.3.3 จัดเก็บข้อมูลและคัดกรองข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะถูกนำไปกรอกลงในคอมพิวเตอร์ โดยสร้างเป็นตาราง เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน จากนั้นคัดเลือกข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ และจัดการข้อมูลให้สามารถนำไปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือการทดสอบทางสถิติต่อไป

3.3.4 วิเคราะห์ผลการศึกษาเบื้องต้น

ข้อมูลจากการเก็บแบบสอบถามที่ได้ผ่านการคัดกรองแล้วจะนำมาแสดงผลโดยการแจกแจงความถี่ หาค่าเฉลี่ย หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งอาจแสดงในรูปของตารางหรือกราฟรูปแบบต่างๆ เพื่อความเข้าใจถึงผลของแบบสอบถามได้ง่ายขึ้น

3.3.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ

เป็นการการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) ที่เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคลในแต่ละกลุ่มดังที่กล่าวในหัวข้อ 3.3.1 กับตัวแปรตาม (Y) ที่จะเป็นความคิดเห็นต่อขนาดขององค์ประกอบหลักและนโยบายในการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมสำหรับทางหลวงในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์สมการถดถอย ซึ่งแบ่งตามลักษณะของตัวแปรตามได้เป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเชิงเส้น จะใช้หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีมากกว่า 1 ตัว และตัวแปรตามเป็นข้อมูลสเกลอันตรภาค (Interval Scale) โดยจะเป็นไปดังสมการที่ 3-1 และการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท (Ordered Probit Regression Model) จะใช้หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดที่มีมากกว่า 1 ตัว และตัวแปรตามเป็นข้อมูลสเกลอันดับ (Ordinal Scale) โดยจะเป็นไปดังสมการที่ 3-2 และ 3-3

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + .. + b_nX_n + \varepsilon \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ Y = ตัวแปรตาม

X_i = ตัวแปรต้น i

b_i = สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต้น i

ε = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution)

$$y^* = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + .. + b_nX_n + \varepsilon \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ y^* = ค่าจริงจากตัวแปรตามที่นำไปอ้างอิงแนวโน้มการเลือกระดับในสมการที่ 3-3

X_i = ตัวแปรต้น i

b_i = สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต้น i

ε = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

$$Y = \begin{cases} 1; \ y^* \leq \mu_1 \\ 2; \ \mu_1 < y^* \leq \mu_2 \\ 3; \ \mu_2 < y^* \end{cases} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ μ_i = ค่าขอบเขตที่ i ของตัวแปร y^*

3.3.6 สรุปผลการศึกษาด้านทัศนคติและความคิดเห็น

สรุปแนวโน้มทางทัศนคติและความคิดเห็นส่วนใหญ่ของแต่ละกลุ่มจากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ เพื่อให้เห็นแนวโน้มของความคิดเห็นจากแต่ละกลุ่มว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือมีจุดร่วมหรือไม่ ก็จะทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงขนาดขององค์ประกอบหลักและนโยบายในการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมสำหรับทางหลวงในประเทศไทยในมุมมองของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบทางหลวง

3.4 ประมวลและสรุปผลการศึกษา

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์จากการทบทวนมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ และแบบสอบถามทัศนคติและความคิดเห็นแล้ว จะทำการประมวลผลหาข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักทางเรขาคณิตสำหรับทางหลวงในประเทศไทยที่เหมาะสม โดยอาจจะพิจารณาร่วมกับความคิดเห็นจากวิศวกรที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางหลวงในประเทศไทยอย่างยาวนาน เช่น วิศวกรผู้ชำนาญการ กรมทางหลวง วิศวกรอาวุโสผู้ออกแบบ เป็นต้น เพื่อใช้ในการนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงข้อกำหนดและขนาดขององค์ประกอบหลักในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงที่เหมาะสมกับประเทศไทยให้กับกรมทางหลวงต่อไป

3.5 จัดทำวิทยานิพนธ์และนำเสนอผลงาน

ผู้วิจัยได้จัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์ตามหลักเกณฑ์ของบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนำเสนอผลงานที่การประชุมวิชาการนานาชาติในงาน The 26th KKHTCNN Conference in Civil Engineering ที่ประเทศสิงคโปร์ ระหว่างวันที่ 18-20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 และนำเสนอผลงานที่การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 ที่โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จ.ขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14-16 พฤษภาคม พ.ศ.2557

บทที่ 4

การวิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ

ในบทนี้ จะนำเสนอการวิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศต่างๆ ที่กล่าวไปในบทที่ 2 โดยจะเน้นไปที่องค์ประกอบหลักในการออกแบบที่สามารถนำไปกำหนดเป็นลักษณะเฉพาะของทางหลวงในแต่ละชั้นทางได้อย่างชัดเจนทั้งในมุมมองของผู้ออกแบบและผู้ใช้ทาง ได้แก่ ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างของไหล่ทาง และ ระยะห่างแนวดิ่ง รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

4.1 การกำหนดชั้นทาง

การกำหนดชั้นทางเป็นหนึ่งในขั้นตอนพื้นฐานของการออกแบบทางเรขาคณิต ที่จะทำให้สามารถออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างเหมาะสม จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของหลายๆประเทศในบทที่ 2 สามารถจำแนกหลักการในการกำหนดชั้นทางเพื่อการออกแบบได้ดังนี้

4.1.1 การกำหนดชั้นทางตามรูปแบบการใช้งาน

การกำหนดชั้นทางตามรูปแบบการใช้งานพบในมาตรฐานทางหลวงของสหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐเกาหลี จะพิจารณาที่ประเด็นสำคัญ คือ ความคล่องตัวในการเดินทาง (Mobility) กับ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผกผัน ทำให้สามารถจำแนกชั้นทางได้เป็น

- ทางหลวงที่เน้นความคล่องตัวในการเดินทาง เหมาะกับการใช้งานเป็นทางพิเศษ หรือ ทางหลวงสายหลัก
- ทางหลวงที่เน้นความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ เหมาะกับการใช้งานเป็นทางหลวงสายย่อย หรือถนนในเขตตัวเมือง
- ทางหลวงที่มีความคล่องตัวในการเดินทางและความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ได้ในระดับใกล้เคียงกัน เหมาะกับการใช้งานเป็นทางหลวงสายรองที่เชื่อมต่อระหว่างทางพิเศษ หรือ ทางหลวงสายหลัก เข้ากับทางหลวงสายย่อย

อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการกำหนดชั้นทางแล้ว การออกแบบองค์ประกอบอื่นๆบางส่วน เช่น ความจุของถนน ระดับการให้บริการ ก็พิจารณาจากปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันเท่านั้น ไม่ได้พิจารณาประเภทการใช้งานของถนน หากมีการออกแบบทางหลวง 2 สาย ที่แต่ละสายมีรูปแบบการใช้งานไม่เหมือนกัน แต่มีปริมาณการจราจรใกล้เคียงกัน คุณลักษณะของทางหลวงที่ได้จากการ

ออกแบบก็อาจไม่มีความแตกต่างกัน ฉะนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงรูปแบบการใช้งานของทางหลวงเป็นอันดับแรกเสมอ แล้วจึงพิจารณาปัจจัยอื่นๆว่าสอดคล้องกับรูปแบบการใช้งานหรือไม่

4.1.2 การกำหนดชั้นทางโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

การกำหนดชั้นทางโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันพบในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย และประเทศไทย จะให้ความสำคัญกับปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันที่ทางหลวงนั้นสามารถรองรับได้ในอีก 20-30 ปีข้างหน้านับจากปีที่เปิดใช้งาน ฉะนั้นการหาค่าดังกล่าวจะต้องแม่นยำ จึงจะสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของทางหลวงและระดับการให้บริการ (Level of Service) ที่กำหนดไว้ ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปยังการออกแบบความจุของถนน อย่างไรก็ตาม การใช้ค่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน อาจไม่สะท้อนถึงสภาพการจราจรที่ทางหลวงสามารถรองรับได้อย่างแท้จริง เนื่องจากปริมาณการจราจรของแต่ละช่วงเวลาจะไม่คงที่ มีช่วงที่มีการจราจรหนาแน่น เช่น ช่วงเช้าและเย็นในแต่ละวัน ช่วงวันทำงานและวันหยุด หรือ ช่วงฤดูท่องเที่ยว จึงต้องคำนึงและประมาณค่าสำหรับกรณีเหล่านี้ด้วย

4.1.3 การกำหนดชั้นทางตามลักษณะหน้าตัดของถนน

การกำหนดชั้นทางตามลักษณะหน้าตัดของถนน พบในมาตรฐานทางหลวงของสหราชอาณาจักร จะมีการกำหนดชั้นทางโดยแบ่งเป็น ทางพิเศษ (Motorways) ทางหลวงที่มีเกาะกลาง (Dual Carriageways) และ ทางหลวงที่ไม่มีเกาะกลาง (Single Carriageways) เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขสำคัญข้อหนึ่งในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ เนื่องจากมีผลต่อการตัดสินใจของผู้ขับขี่ในการใช้ความเร็ว การกำหนดชั้นทางในลักษณะนี้จะให้ความสำคัญต่อความสอดคล้องและความปลอดภัยในการขับขี่มากเป็นพิเศษ เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ทางสามารถรับรู้และเข้าใจได้ง่าย แต่ก็จะต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย เช่น ปริมาณการจราจรที่รองรับได้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างครอบคลุม

4.1.4 การกำหนดชั้นทางโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน

การกำหนดชั้นทางโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน พบในมาตรฐานทางหลวงของประเทศมาเลเซีย จะมีการกำหนดชั้นทางโดยใช้ 3 ปัจจัยสำคัญ คือ ลักษณะการใช้งานของทางหลวง ลักษณะเขตที่ทางหลวงตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) และปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน การกำหนดชั้นทางในลักษณะนี้จะให้ความสำคัญต่อหลายปัจจัยพร้อมๆกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุม แต่ก็จะมีความซับซ้อนเกิดขึ้นด้วยเช่นกัน

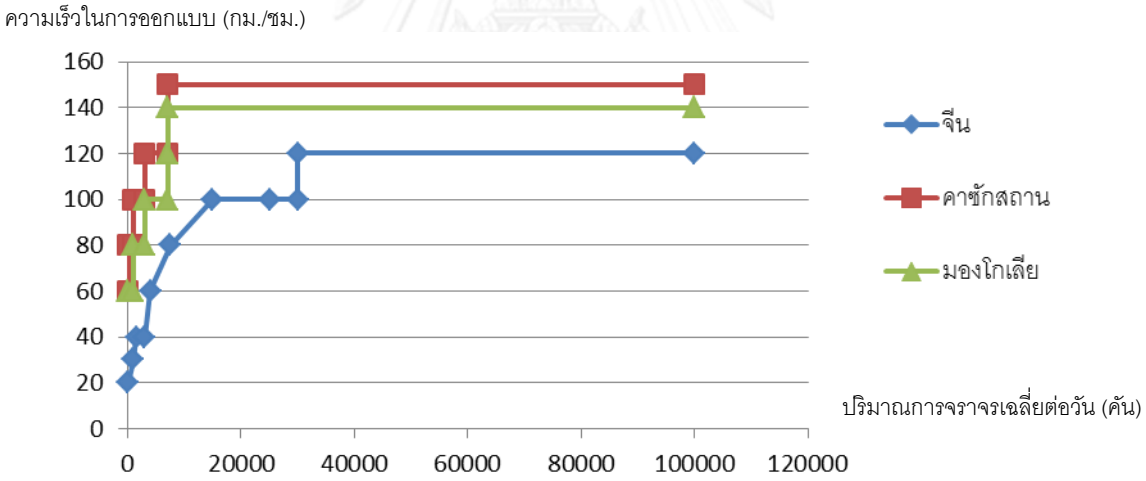
4.2 ความเร็วในการออกแบบ

ความเร็วในการออกแบบเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบทางเรขาคณิตขององค์ประกอบต่างๆของถนนโดยเฉพาะการออกแบบแนวทางราบ/แนวทางดิ่ง และระยะมองเห็นโดยส่วนใหญ่มักจะใช้การกำหนดชั้นทางเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความเร็วในการออกแบบ จาก

การศึกษามาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆในบทที่ 2 หัวข้อ 2.2 สามารถจำแนกหลักการในการกำหนดความเร็วในการออกแบบของทางหลวงชั้นทางต่างๆได้ดังนี้

4.2.1 การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน พบในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน และ ประเทศมองโกเลีย จะเห็นได้ว่า ความเร็วในการออกแบบสูงสุดของประเทศคาซักสถานและประเทศมองโกเลียที่อิงมาตรฐานของอดีตสหภาพโซเวียต มีค่าสูงมากกว่า 120 กม./ชม. ในขณะที่ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันขั้นต่ำของทางพิเศษในสาธารณรัฐประชาชนจีน มีค่าสูงถึง 25,000 คัน ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากจำนวนประชากรในประเทศที่มากเป็นอันดับต้นๆของโลก ทำให้เกิดปริมาณการเดินทางในอัตราที่สูงมาก การใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันในการกำหนดความเร็วในการออกแบบจึงน่าจะมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับค่าความเร็วในการออกแบบของทั้ง 3 ประเทศนี้ โดยใช้ค่าสูงสุดของแต่ละชั้นทาง ดังภาพที่ 4-1 พบว่าประเทศคาซักสถานจะใช้ค่าความเร็วในการออกแบบสำหรับทุกชั้นทางสูงที่สุด รองลงมาเป็นประเทศมองโกเลีย และ สาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลำดับ

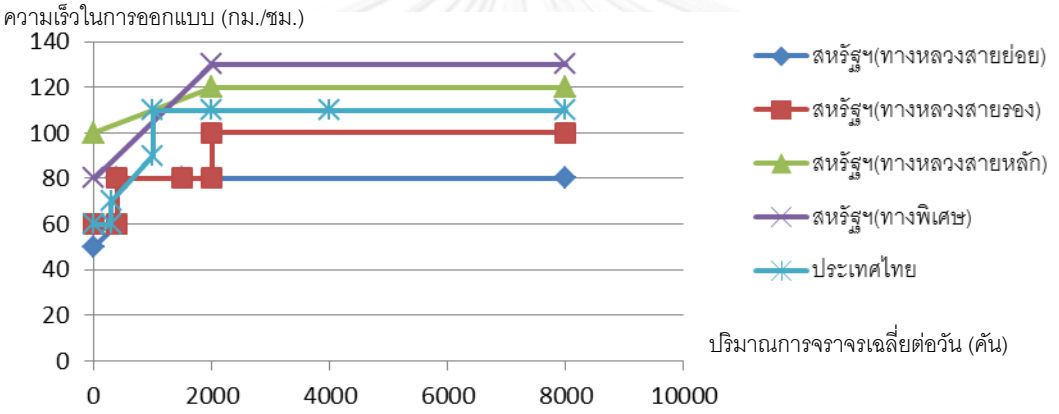


ภาพที่ 4-1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน และ ประเทศมองโกเลีย

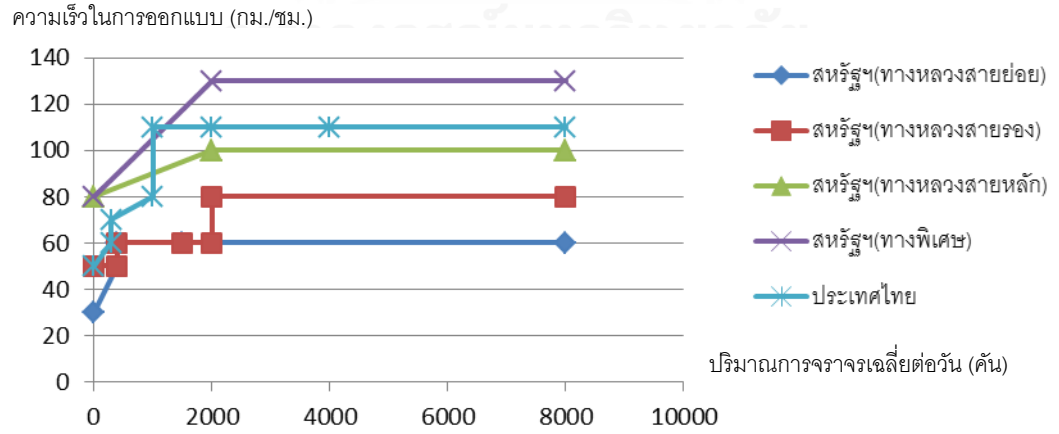
4.2.2 การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ

การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ พบในมาตรฐานทางหลวงของสหรัฐอเมริกา และ ประเทศไทย จะมีความแตกต่างในรายละเอียดตรงที่มาตรฐานของประเทศไทยจะใช้ปริมาณการจราจรจะเป็นตัวกำหนดชั้นทางด้วย ส่วนมาตรฐานของสหรัฐอเมริกาจะต้องกำหนดชั้นทางตามรูปแบบการใช้งานก่อน แล้วจึงใช้

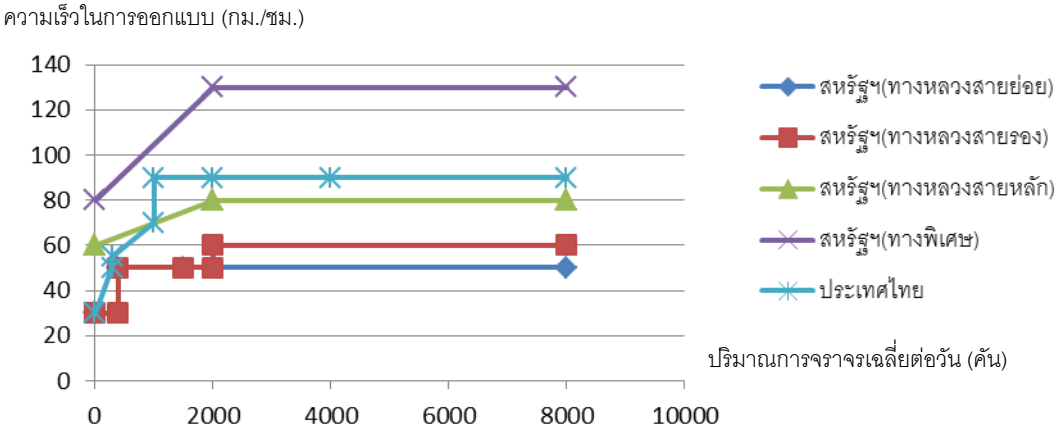
ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศในการกำหนดความเร็วในการออกแบบสำหรับทางหลวงแต่ละชั้นทาง ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงของประเทศไทยกับสหรัฐอเมริกา(เขตชนบท)ในแต่ละชนิดภูมิประเทศ โดยใช้ค่าสูงสุดของแต่ละชั้นทาง ดังภาพที่ 4-2, 4-3 และ 4-4 พบว่าค่าความเร็วในการออกแบบของประเทศไทยมีแนวโน้มสูงกว่าค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงสายย่อยและทางหลวงสายรองของสหรัฐอเมริกาสำหรับทุกๆชนิดภูมิประเทศ และสูงกว่าค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงสายหลักของสหรัฐอเมริกาสำหรับภูมิประเทศแบบทางเนินและทางเขา ในขณะที่การเปรียบเทียบกับทางหลวงสายหลักสำหรับภูมิประเทศแบบทางราบและทางพิเศษสำหรับทุกๆชนิดภูมิประเทศ ค่าความเร็วในการออกแบบของประเทศไทยจะมีแนวโน้มต่ำกว่า ส่วนในเขตเมืองพบว่าความเร็วในการออกแบบของประเทศไทยจะใช้ค่า 60 กม./ชม.สำหรับทางหลวงทั่วประเทศ ในขณะที่สหรัฐอเมริกาจะใช้ค่า 30-50 กม./ชม. สำหรับทางหลวงสายย่อย และ 50-100 กม./ชม. สำหรับทางหลวงสายหลัก



ภาพที่ 4-2 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางราบ) และ ประเทศไทย

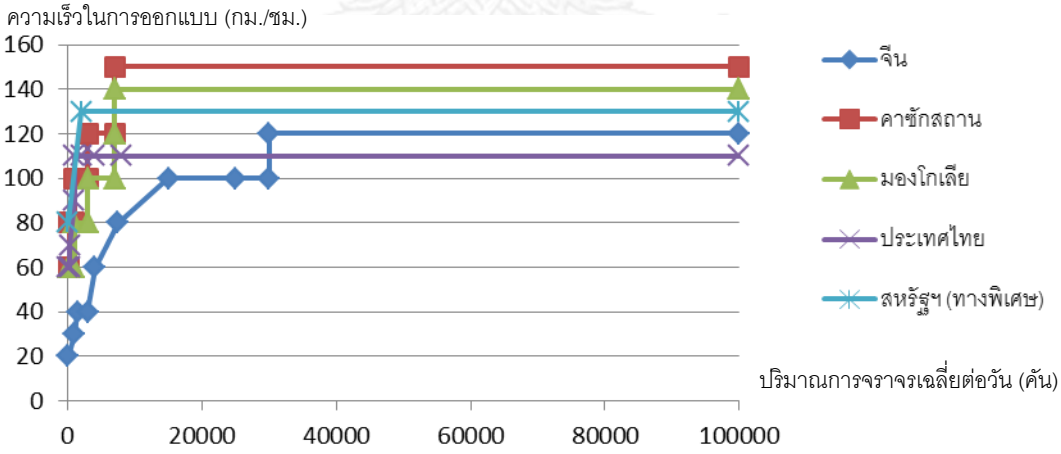


ภาพที่ 4-3 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางเนิน) และ ประเทศไทย



ภาพที่ 4-4 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสหรัฐอเมริกา (ภูมิประเทศแบบทางเขา) และ ประเทศไทย

นอกจากนี้ หากนำการกำหนดความเร็วในการออกแบบในหัวข้อ 4.2.1 มาเปรียบเทียบกับการกำหนดความเร็วในการออกแบบในหัวข้อ 4.2.2 (เฉพาะภูมิประเทศแบบทางราบ) ดังภาพที่ 4-5 จะพบว่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดของประเทศไทย (110 กม./ชม.) มีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ซึ่งอาจไม่สอดคล้องสภาวะการขับขี่บนทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบัน น่าจะสามารถเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดได้อีกเล็กน้อย โดยเฉพาะในชั้นทางพิเศษที่รองรับปริมาณการจราจรมากกว่าทางหลวงประเภทอื่นๆ



ภาพที่ 4-5 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความเร็วในการออกแบบของมาตรฐานทางหลวงในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซัคสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา (ทางพิเศษ) และประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ)

4.2.3 การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งานประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน

การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งานประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน(ชนบทหรือในเมือง) พบในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐเกาหลี โดยมีค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดอยู่ที่ 120 กม./ชม.รายละเอียดได้แสดงไว้ในบทที่ 2 ตารางที่ 2-15 การกำหนดความเร็วในการออกแบบลักษณะนี้มีหลักการที่ใกล้เคียงกับการกำหนดความเร็วในการออกแบบของสหรัฐอเมริกา เพียงแต่ไม่ได้พิจารณาปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันและลักษณะภูมิประเทศในการกำหนดความเร็วในการออกแบบด้วย อาจเป็นเพราะลักษณะภูมิประเทศในสาธารณรัฐเกาหลีเป็นเทือกเขาโดยส่วนใหญ่ จึงทำให้ไม่ต้องกำหนดค่าความเร็วในการออกแบบแยกตามลักษณะภูมิประเทศ

4.2.4 การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้รูปแบบลักษณะของทางหลวงประกอบกับลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ

การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้รูปแบบลักษณะของทางหลวง ประกอบกับลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ พบในมาตรฐานทางหลวงของสหราชอาณาจักร ความเร็วในการออกแบบจะพิจารณาจาก 2 ปัจจัยสำคัญ คือ ข้อจำกัดแนวเส้นทางที่จะออกแบบ (Alignment Constraint หรือ Ac) กับ ข้อจำกัดลักษณะรูปแบบของทางหลวง (Layout Constraint หรือ Lc) อันประกอบด้วย ลักษณะหน้าตัดของทางหลวง ความกว้างของไหล่ทางที่ไม่ปูผิว (Verge Width) และจำนวนของทางเข้าออกและทางแยก สำหรับในเขตเมืองจะพิจารณาถึงการจำกัดความเร็วด้วย ค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดของสหราชอาณาจักรอยู่ที่ 120 กม./ชม. รายละเอียดได้แสดงไว้ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.2.2 การกำหนดความเร็วในการออกแบบลักษณะนี้มีข้อดีคือ ความเร็วในการออกแบบจะสอดคล้องกับสภาพในการขับขี่อย่างแท้จริง เนื่องจากจะต้องมีการตรวจสอบค่าที่ออกแบบได้กับรูปแบบลักษณะของทางหลวงและลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบเบื้องต้นว่ามีความสอดคล้องหรือเหมาะสมมากน้อยแค่ไหน แต่ก็ทำให้เกิดข้อจำกัด คือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเรขาคณิตของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ ก็จะต้องพิจารณาการกำหนดความเร็วในการออกแบบอีกครั้งว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงด้วยหรือไม่

4.2.5 การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ระดับชั้นทางของทางหลวง ประกอบกับชนิดภูมิประเทศหรือลักษณะของพื้นที่ที่แนวเส้นทางที่จะออกแบบ

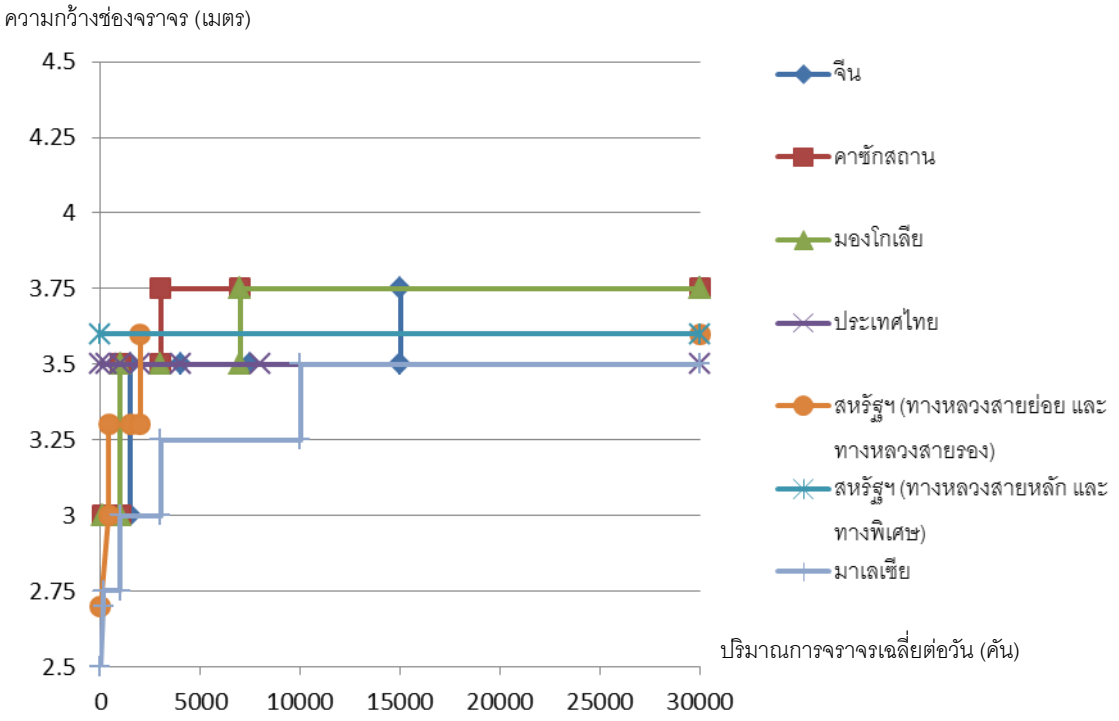
การกำหนดความเร็วในการออกแบบโดยใช้ประเภทชั้นทางของทางหลวง ประกอบกับชนิดภูมิประเทศหรือลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ พบในมาตรฐานทางหลวงของประเทศมาเลเซีย ความเร็วในการออกแบบจะพิจารณาจาก 2 ปัจจัยสำคัญ คือ ระดับชั้นทางของทางหลวงกับ ชนิดภูมิประเทศ (สำหรับเขตชนบท) หรือ ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ (สำหรับเขตเมือง) อย่างไรก็ตาม ในแต่ละชั้นทางจะต้องผ่านการพิจารณาปัจจัยด้านลักษณะการใช้งานของทางหลวง ลักษณะเขตที่ทางหลวงตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) และปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันเสียก่อน จึงจะกำหนดชั้นทาง

ที่มีคุณสมบัติเฉพาะที่แตกต่างกันได้ เท่ากับว่า ความเร็วในการออกแบบจะต้องใช้ปัจจัยในการพิจารณาและกำหนดมากถึง 4 ปัจจัยเลยทีเดียว

4.3 ความกว้างช่องจราจร

ความกว้างช่องจราจรเป็นอีกองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงชั้นทางต่างๆ การกำหนดความกว้างช่องจราจรจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการขับขี่ รวมไปถึงความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรที่ส่งผลต่อเนื่องไปยังความจุของถนนและระดับการให้บริการ สำหรับปัจจัยสำคัญที่ใช้การพิจารณาและกำหนดความกว้างช่องจราจรประกอบด้วย ประเภทของทางหลวงตามหน้าที่ใช้งาน ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ในสหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน และสาธารณรัฐเกาหลี จะพิจารณาร่วมกับความเร็วในการออกแบบด้วย) และ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างช่องจราจรของประเทศต่างๆ (เฉพาะภูมิประเทศแบบทางราบ) ดังภาพที่ 4-6 พบว่าเมื่อปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันสูงขึ้น (ในช่วง 1,000-10,000 คัน) ความกว้างช่องจราจรของประเทศไทยจะมีแนวโน้มต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นประเทศมาเลเซีย อีกทั้งความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย (3.50 เมตร) จะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ (3.75 เมตร สำหรับสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย และ 3.60 เมตร สำหรับสหรัฐอเมริกา) แต่จะเท่ากับของประเทศมาเลเซีย และเมื่อเทียบกับสหราชอาณาจักร และ สาธารณรัฐเกาหลี ที่ไม่มีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างช่องจราจรกับปริมาณการจราจรในมาตรฐานทางหลวง พบว่าค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทยต่ำกว่าค่าสูงสุดของสหราชอาณาจักร (3.65 เมตร สำหรับทางหลวงโดยทั่วไป และไม่ได้เป็นช่องจราจรที่อยู่ตรงกลางของการเดินรถทิศทางใดๆ) แต่จะเท่ากับของสาธารณรัฐเกาหลี สำหรับในกรณีที่ค่าความกว้างช่องจราจรของมาตรฐานในบางประเทศจะสูงมากในช่วงแรกๆ แล้วจึงลดต่ำลง เกิดขึ้นเนื่องจากค่าความกว้างนั้นอาจเป็นค่าสำหรับทางหลวงที่มีแค่ 1 ช่องจราจรหรือไม่มีไหล่ทาง จึงต้องออกแบบความกว้างเผื่อไว้ในกรณีที่รถจำเป็นต้องขับแซงหรือสวนทางกัน

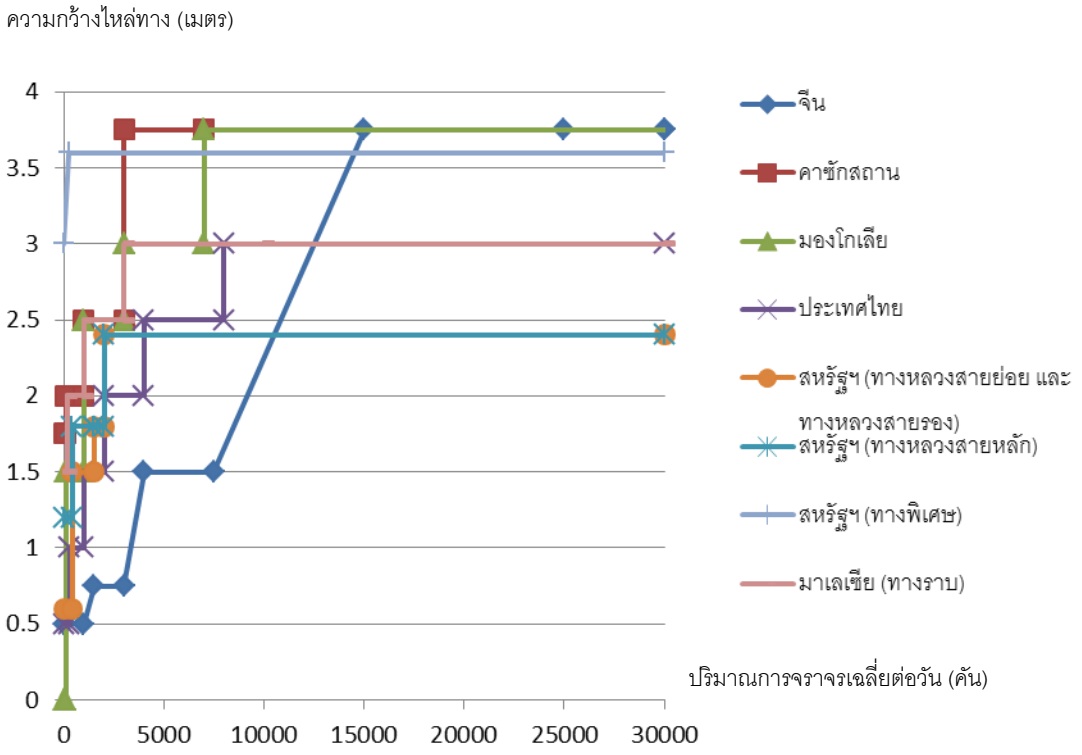
นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงความกว้างสูงสุดของยานพาหนะที่อนุญาตให้ใช้ทางหลวงซึ่งประเทศไทยกำหนดที่ 2.55 เมตร โดยระบุในกฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2552) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 ส่วนสหรัฐอเมริกากำหนดที่ 2.60 เมตร (Federal Highway Administration, 2004) สหราชอาณาจักรกำหนดที่ 2.55 เมตร (Butcher, 2009) และสาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดไว้ที่ 2.50 เมตร (International Road Transport Union, 2009) พบว่าจะส่งผลให้ระยะเว้นว่างจากตัวรถถึงขอบช่องจราจร (Lateral Clearance) ที่มีความกว้างสูงสุดของไทย (0.475 เมตร) มีค่าน้อยกว่าของสหรัฐอเมริกา (0.50 เมตร) สหราชอาณาจักร (0.55 เมตร) และสาธารณรัฐประชาชนจีน (0.625 เมตร) ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปถึงความเร็วในการขับขี่ที่น้อยลง ฉะนั้นหากต้องการจะปรับค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย ก็อาจจะต้องพิจารณาการปรับค่าความเร็วในการออกแบบไปด้วยพร้อมกัน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องในการขับขี่



ภาพที่ 4-6 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างช่องจราจรในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา ประเทศมาเลเซีย และ ประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ)

4.4 ความกว้างไหล่ทาง

การกำหนดความกว้างไหล่ทางจะมีหลักการและปัจจัยในการพิจารณาที่ใกล้เคียงกับการกำหนดช่องจราจร แต่ก็ต้องพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์อื่นๆในพื้นที่ไหล่ทางเป็นพิเศษด้วย เช่น การติดตั้งที่กั้นหรือสิ่งกีดขวางใดๆ การใช้เป็นที่จอดพักรถ การใช้เป็นเส้นทางของจักรยานหรือคนเดินเท้า เป็นต้น ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างไหล่ทางของประเทศต่างๆ (เฉพาะภูมิประเทศแบบทางราบ) ดังภาพที่ 4-7 พบว่าเมื่อปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันอยู่ในช่วง 0 ถึง 8,000 คัน ความกว้างไหล่ทางของประเทศไทยจะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐประชาชนจีน อีกทั้งความกว้างไหล่ทางสูงสุด (3.00 เมตร สำหรับทางพิเศษ) ก็มีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ (3.75 เมตร สำหรับสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย และ 3.60 เมตร สำหรับทางพิเศษในสหรัฐอเมริกา) แต่จะเท่ากับของประเทศมาเลเซีย และเมื่อเทียบกับสหราชอาณาจักรและสาธารณรัฐเกาหลีที่ไม่มีการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างไหล่ทางกับปริมาณการจราจรในมาตรฐานทางหลวง พบว่าค่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดของประเทศไทยต่ำกว่าค่าความกว้างไหล่ทางที่ปูผิวสูงสุดของสหราชอาณาจักร (3.30 เมตร สำหรับทางพิเศษ) ซึ่งได้เผื่อไว้ในกรณีใช้เป็นช่องจราจรชั่วคราวด้วย แต่จะเท่ากับของสาธารณรัฐเกาหลี อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบระดับรองลงมา พบว่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดที่ไม่ใช่ทางพิเศษของประเทศไทย (2.50 เมตร) มีค่าใกล้เคียงกับของสหรัฐอเมริกา (2.40 เมตร)



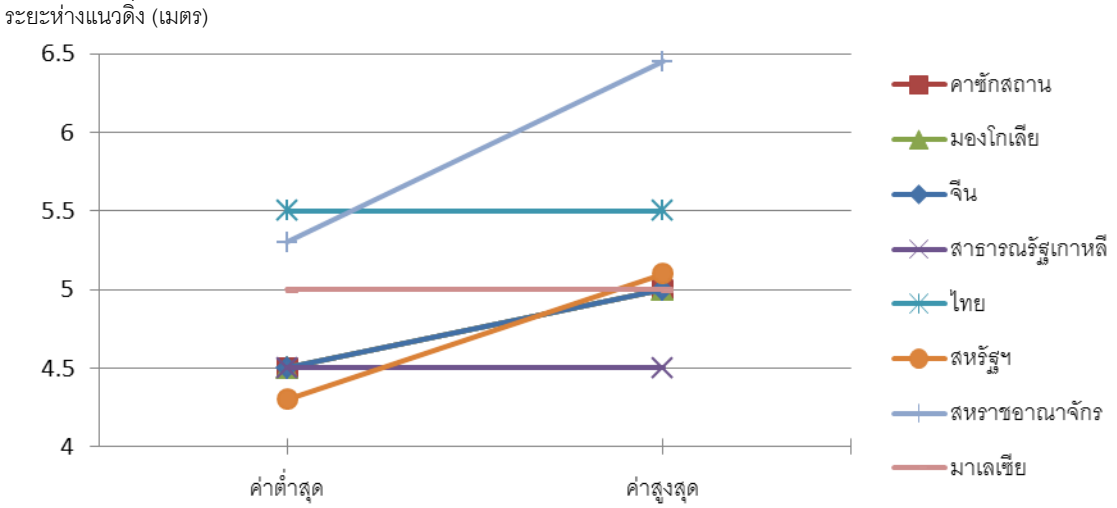
ภาพที่ 4-7 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันกับความกว้างไหล่ทางในมาตรฐานทางหลวงของสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซัคสถาน ประเทศมองโกเลีย สหรัฐอเมริกา ประเทศมาเลเซีย และ ประเทศไทย (ภูมิประเทศแบบทางราบ)

4.5 ระยะห่างแนวดิ่ง

การกำหนดระยะห่างแนวดิ่งคือการกำหนดระยะต่ำสุดที่วัดจากผิวทางจนถึงสิ่งกีดขวางที่อยู่เหนือช่องทางจราจร เพื่อความปลอดภัยในการใช้ทางหลวง สำหรับปัจจัยสำคัญที่ใช้การพิจารณาและกำหนดระยะห่างแนวดิ่งประกอบด้วย ประเภทของทางหลวง ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบทหรือในเมือง) ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน และ ประเภทของยานพาหนะที่อนุญาตให้ใช้บนทางหลวง นอกจากนี้จะต้องคำนึงถึงกรณีที่มีการซ่อมแซมหรือปรับระดับความสูงผิวทางด้วย ทั้งนี้ได้เปรียบเทียบค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระยะห่างแนวดิ่งในประเทศต่างๆดังภาพที่ 4-8 พบว่าระยะห่างแนวดิ่งในประเทศไทย (5.50 เมตร สำหรับทางหลวงทุกชั้นทาง) มีค่าสูงกว่าประเทศอื่นๆ ยกเว้นสหราชอาณาจักร (ค่าสูงสุดคือ 6.45 เมตร ไม่รวมค่าปรับแก้โค้งดิ่งหงาย)

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาถึงความสูงของยานพาหนะที่อนุญาตให้ใช้ทางหลวง ซึ่งประเทศไทยกำหนดไว้ไม่เกิน 4.30 เมตร โดยระบุในกฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2552) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522 สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดไว้ไม่เกิน 4.00 เมตร (International Road Transport Union, 2009) ส่วนในสหรัฐอเมริกาและสหราชอาณาจักรจะไม่ได้กำหนดค่าความสูงนี้ในกฎหมาย แต่ค่าความสูงของยานพาหนะสูงสุดที่ใช้ในปัจจุบันของ

สหรัฐอเมริกา คือ 4.27 เมตร (Federal Highway Administration, 2004) และของ สหราชอาณาจักร คือ 4.95 เมตร (Butcher, 2009) จะพบว่าผลต่างของระยะห่างแนวดิ่งและความสูงของยานพาหนะในประเทศไทยก็มีค่ามากกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสหราชอาณาจักรเช่นกัน



ภาพที่ 4-8 ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระยะห่างแนวดิ่งในประเทศต่างๆ

4.6 สรุปการวิเคราะห์นโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ

การกำหนดชั้นทางเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการออกแบบทางเรขาคณิต ที่จะทำให้สามารถออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างเหมาะสม จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ ที่กล่าวไปในบทที่ 2 สามารถจำแนกได้เป็น 4 วิธี คือ 1) กำหนดตามรูปแบบการใช้งาน พบในสหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐเกาหลี 2) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน พบในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน ประเทศมองโกเลีย และประเทศไทย 3) กำหนดตามลักษณะหน้าตัดของถนน พบในสหราชอาณาจักร และ 4) กำหนดโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน พบในประเทศมาเลเซีย การกำหนดชั้นทางทั้ง 4 วิธีนี้ต่างมีลักษณะเฉพาะ ข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย หากต้องการที่จะใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันในการกำหนดชั้นทางต่อไป การหาค่าดังกล่าวจะต้องมีความแม่นยำ จึงจะสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของทางหลวงและระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ และต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงเวลาด้วย เช่น ช่วงเช้าและเย็นในแต่ละวัน ช่วงวันทำงานและวันหยุด เป็นต้น

การกำหนดความเร็วในการออกแบบก็เป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญในการออกแบบทางเรขาคณิต เนื่องจากจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบองค์ประกอบต่างๆของถนน โดยเฉพาะการออกแบบแนวทางราบ แนวทางดิ่ง และระยะมองเห็น ซึ่งส่วนใหญ่มักจะใช้การกำหนดชั้นทางเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความเร็วในการออกแบบ จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ ที่กล่าวไปในบทที่ 2 สามารถจำแนกได้เป็น 5 วิธี คือ 1) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน

พบในสาธารณรัฐประชาชนจีน ประเทศคาซักสถาน และ ประเทศมองโกเลีย 2) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันประกอบกับชนิดของภูมิประเทศ พบในสหรัฐอเมริกา และประเทศไทย 3) กำหนดโดยใช้การจัดประเภทถนนตามหน้าที่ใช้งานประกอบกับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน พบในสาธารณรัฐเกาหลี 4) กำหนดตามลักษณะหน้าตัดของถนน พบในสหราชอาณาจักร และ 5) กำหนดโดยใช้ระดับชั้นทางของทางหลวง ประกอบกับชนิดภูมิประเทศหรือลักษณะของพื้นที่ที่แนวเส้นทางที่จะออกแบบ พบในประเทศมาเลเซีย จากการเปรียบเทียบค่าความเร็วในการออกแบบในแต่ละประเทศพบว่า ค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดของประเทศไทย (110 กม./ชม.) มีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ซึ่งอาจไม่สอดคล้องสภาวะการขับขี่บนทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบัน น่าจะสามารถเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดได้อีก โดยเฉพาะในชั้นทางพิเศษที่รองรับปริมาณการจราจรมากกว่าทางหลวงประเภทอื่นๆ

การกำหนดความกว้างช่องจราจรจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อความปลอดภัยและความสะดวกสบายในการขับขี่ รวมไปถึงความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรที่ส่งผลต่อเนื่องไปยังความจุของถนน และระดับการให้บริการ ปัจจัยสำคัญที่ใช้การพิจารณาและกำหนดความกว้างช่องจราจรประกอบด้วย ประเภทของทางหลวง ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน และ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รวมไปถึงความเร็วในการออกแบบสำหรับบางประเทศ จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างช่องจราจรของประเทศต่างๆ พบว่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย (3.50 เมตร) จะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซียที่มีค่าเท่ากัน หากต้องการจะปรับค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย ก็อาจจะต้องพิจารณาการปรับค่าความเร็วในการออกแบบไปด้วยพร้อมกัน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องในการขับขี่

การกำหนดความกว้างไหล่ทางจะมีปัจจัยในพิจารณาที่ใกล้เคียงกับการกำหนดช่องจราจร แต่ก็ต้องเพิ่มการพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์อื่นๆในพื้นที่ไหล่ทางด้วย จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างไหล่ทางของประเทศต่างๆ พบว่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดของประเทศไทย (3.00 เมตร สำหรับทางพิเศษ) จะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซียที่มีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตาม แต่หากเปรียบเทียบในระดับรองลงมา พบว่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดที่ไม่ใช่ทางพิเศษของประเทศไทย (2.50 เมตร) มีค่าใกล้เคียงกับค่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดที่ไม่ใช่ทางพิเศษของสหรัฐอเมริกา (2.40 เมตร)

การกำหนดระยะห่างแนวดิ่งเป็นการกำหนดระยะห่างระหว่างผิวทางกับสิ่งกีดขวางเหนือช่องจราจรเพื่อความปลอดภัยในการใช้ทางหลวง ปัจจัยสำคัญที่ใช้การพิจารณาและกำหนดระยะห่างแนวดิ่งประกอบด้วย ประเภทของทางหลวง ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบทหรือในเมือง) ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน และ ประเภทของยานพาหนะที่อนุญาตให้ใช้บนทางหลวง จากการเปรียบเทียบค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระยะห่างแนวดิ่งในประเทศต่างๆ พบว่าระยะห่างแนวดิ่งในประเทศไทย (5.50 เมตร สำหรับทางหลวงทุกชั้นทาง) มีค่าสูงกว่าประเทศอื่นๆยกเว้นสหราชอาณาจักร (ค่าสูงสุดคือ 6.45 เมตร ไม่รวมค่าปรับแก้โค้งดิ่งหงาย)

จะเห็นได้ว่า ค่าองค์ประกอบหลักในการออกแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะของทางหลวงในประเทศไทย ทั้งความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร และความกว้างไหล่ทาง ล้วนมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซีย แต่ในส่วนของระยะห่างแนวดิ่ง จะมีค่าที่สูงกว่าประเทศอื่นๆยกเว้นสหราชอาณาจักร หากจะมีการปรับเปลี่ยนค่าองค์ประกอบหลักดังกล่าวในมาตรฐานทางหลวงของประเทศไทย ก็ต้องพิจารณาอย่างครอบคลุม ทั้งปัจจัยในการกำหนดแต่ละองค์ประกอบ สภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ทาง รูปแบบและสมรรถนะของยานพาหนะที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบัน รวมไปถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนต่อองค์ประกอบอื่นๆ ทั้งนี้ ได้สรุปปัจจัยในการกำหนดชั้นทางและองค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวงของประเทศต่างๆไว้ดังตารางที่ 4-1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-1 ปัจจัยในการกำหนดชั้นทางและองค์ประกอบหลักในการออกแบบทางหลวงของประเทศต่างๆ

ปัจจัยในการกำหนด / ประเทศ	ชั้นทาง	ความเร็วในการออกแบบ	ความกว้างช่องจราจร	ความกว้างไหล่ทาง	ระยะห่างแนวดิ่ง
สหรัฐอเมริกา	รูปแบบการใช้งาน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ชนิดของภูมิประเทศ	- รูปแบบการใช้งาน - ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ความเร็วในการออกแบบ - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- รูปแบบการใช้งาน - ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- รูปแบบการใช้งาน - ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท, ในเมือง) - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง
สหราชอาณาจักร	ลักษณะหน้าตัดของถนน	- รูปแบบลักษณะของทางหลวง - ลักษณะของแนวเส้นทางที่จะออกแบบ	- ประเภทของทางหลวง - ปริมาณการจราจร - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของทางหลวง - ปริมาณการจราจร - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน - รัศมีโค้งดิ่งหงายของทางหลวงช่วงที่อยู่ใต้โครงสร้าง
สาธารณรัฐประชาชนจีน	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ความเร็วในการออกแบบ - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของทางหลวง - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง
คาซักสถาน	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของทางหลวง - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยในการประเทศกำหนด	ชั้นทาง	ความเร็วในการออกแบบ	ความกว้างช่องจราจร	ความกว้างไหล่ทาง	ระยะห่างแนวดิ่ง
มองโกเลีย	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของทางหลวง - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง
สาธารณรัฐเกาหลี	รูปแบบการใช้งาน	- รูปแบบการใช้งาน - ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท, ในเมือง)	- รูปแบบการใช้งาน - ความเร็วในการออกแบบ - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- รูปแบบการใช้งาน - ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท, ในเมือง) - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- รูปแบบการใช้งาน - ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท, ในเมือง) - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง
มาเลเซีย	- รูปแบบการใช้งาน - ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท, ในเมือง) - ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ประเภทของทางหลวง - ชนิดภูมิประเทศ (เฉพาะเขตชนบท) - ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน (เฉพาะเขตเมือง)	- ประเภทของทางหลวง - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของทางหลวง - ชนิดของภูมิประเทศ (เฉพาะเขตชนบท) - ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ที่ถนนตัดผ่าน (เฉพาะเขตเมือง)	- ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง - การเผื่อระยะสำหรับการเสริมผิวถนนในอนาคต
ประเทศไทย	ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ชนิดของภูมิประเทศ	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน - ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง	- ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง - การเผื่อระยะสำหรับการเสริมผิวถนนในอนาคต

บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง

ในบทที่ 5 นี้ จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อมาตรฐานการออกแบบทางหลวงในประเทศไทย จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 402 ตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา และเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท (Ordered Probit Regression Model) ซึ่งการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเฉพาะของผู้ใช้ทางกับความคิดเห็น และ 3) สรุปผลการวิเคราะห์ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา

5.1.1 คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุโดยเฉลี่ย 37.6 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 86) มีวุฒิการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 39) และมีรายได้ต่อเดือนในช่วง 10,000-20,000 บาท (ร้อยละ 43) รายละเอียดแสดงไว้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 คุณลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้ตอบแบบสอบถาม (ผู้ใช้ทาง)

คุณลักษณะ	รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)	เฉลี่ย 37.6 (น้อยสุด 18, มากสุด 68)	402	100.00
เพศ	ชาย	345	85.82
	หญิง	57	14.18
วุฒิการศึกษาสูงสุด	มัธยมต้นหรือต่ำกว่า	136	33.83
	มัธยมปลาย	58	14.43
	ปริญญาตรี	156	38.81
	สูงกว่าปริญญาตรี	52	12.93
รายได้ต่อเดือน(บาท)	ต่ำกว่า 10,000	55	13.68
	10,000-20,000	171	42.54
	20,001-40,000	120	29.85
	มากกว่า 40,000	56	13.93

5.1.2 ข้อมูลการขับขี่ของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

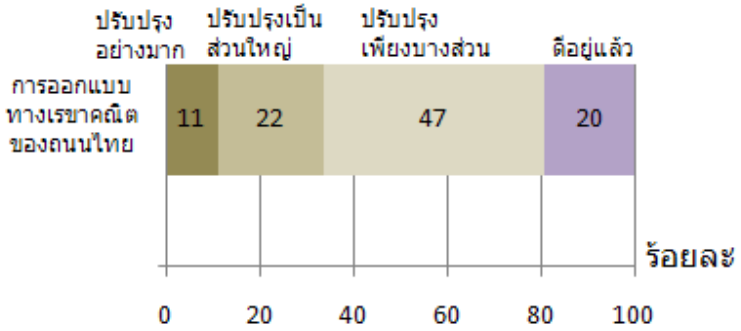
กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามมีประสบการณ์ในการขับขี่โดยเฉลี่ย 12 ปี ส่วนใหญ่เป็นผู้ขับขี่รถยนต์ 4 ล้อ (ร้อยละ 60) ขับขี่มากกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 66) ขับผ่านทั้งในเขตชนบทและเขตเมือง (ร้อยละ 72) และใช้ความเร็วสูงสุดในการขับขี่โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 102.4 กม./ชม. รายละเอียดแสดงไว้ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 ข้อมูลการขับขี่ของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

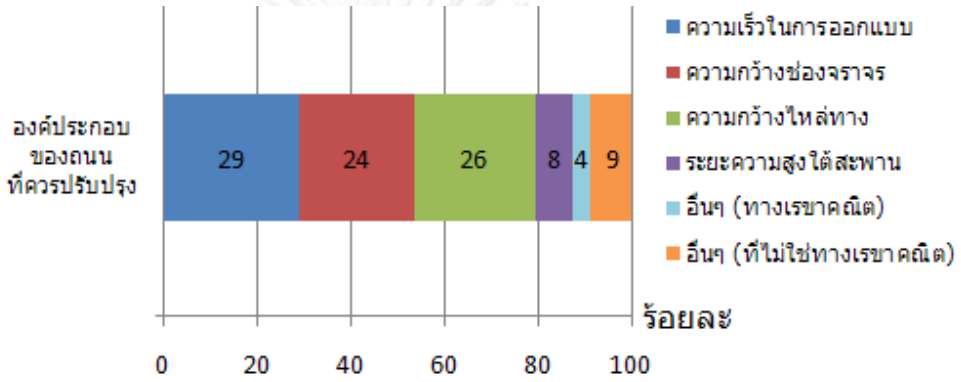
ลักษณะ	รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ
ประสบการณ์ในการขับขี่	ค่าเฉลี่ย 12.00 ปี ต่ำสุด 1 ปี สูงสุด 46 ปี	402	100.00
รถที่ขับประจำ	รถยนต์ 4 ล้อ รถตู้ รถบัส รถกระบะ รถบรรทุก (6 ล้อขึ้นไป) รถพ่วง จักรยานยนต์	240 32 29 38 25 25 13	59.70 7.96 7.22 9.45 6.22 6.22 3.23
จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 วัน 1-2 วัน 3-5 วัน มากกว่า 5 วัน	15 31 92 264	3.73 7.71 22.89 65.67
แนวเส้นทางที่ขับผ่านเป็นประจำ	อยู่เฉพาะในเขตเมือง ผ่านทั้งเขตชนบทและเขตเมือง อยู่เฉพาะในเขตชนบท	87 290 25	21.64 72.14 6.22
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่ (กม./ชม.)	ค่าเฉลี่ย 102.44 ต่ำสุด 40 สูงสุด 200	402	100.00

5.1.3 ทัศนคติและความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย

ในหัวข้อนี้ จะนำเสนอทั้งทัศนคติและความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบในภาพรวม ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5-1 ถึงภาพที่ 5-2 และทัศนคติและความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท โดยในส่วนของทัศนคติและความคิดเห็นในภาพรวม ผู้ตอบแบบสอบถามมากถึงร้อยละ 80 มีความเห็นว่าควรปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน และเห็นว่าองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุงมากที่สุด คือ ความเร็วในการออกแบบ (ร้อยละ 29) รองลงมาเป็นความกว้างไหล่ทาง (ร้อยละ 26) ความกว้างช่องจราจร (ร้อยละ 24) ระยะความสูงใต้สะพาน ซึ่งในบทนี้จะใช้แทนคำว่าระยะห่างแนวดิ่งเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจได้ง่าย (ร้อยละ 8) และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การออกแบบโค้ง เกาะกลาง จุดกลับรถ (ร้อยละ 4) นอกจากนี้ยังเห็นว่าองค์ประกอบอื่นๆที่ไม่อยู่ในการออกแบบทางเรขาคณิตก็ควรมีการปรับปรุงเช่นกัน (ร้อยละ 9) ที่พบมากได้แก่ สภาพผิวจราจรและไหล่ทาง ป้ายจราจร เครื่องหมายบนผิวจราจร และไฟส่องสว่าง



ภาพที่ 5-1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในภาพรวม



ภาพที่ 5-2 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อกับองค์ประกอบของถนนที่ควรปรับปรุง

ในขณะที่ทัศนคติและความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท ซึ่งประกอบด้วย ทางหลวงพิเศษ (จะตรงกับทางหลวงชั้นทางพิเศษในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวง) ทางหลวงแผ่นดิน (จะตรงกับทางหลวงชั้นทางที่ 1-3 ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวง) และทางหลวงในเขตเมือง (จะตรงกับทางหลวงเขตเมืองในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวง) จะแบ่งเป็นความเร็วที่สามารถขับขี่ได้อย่างปลอดภัย แสดงดังตารางที่ 5-3 ระดับความปลอดภัย แสดงดังภาพที่ 5-3 และความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท ดังภาพที่ 5-4 ถึงภาพที่ 5-6 (ค่าที่วงเล็บไว้ในภาพดังกล่าวคือค่าที่ใช้อยู่ในมาตรฐานปัจจุบัน) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.) ทางหลวงชั้นพิเศษ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ความเร็วที่สามารถขับขี่ได้อย่างปลอดภัย คือ 120 กม./ชม. (ร้อยละ 30) รองลงมาคือ 100 กม./ชม. (ร้อยละ 26) ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มมีขนาดใกล้เคียงกันมาก หากนำมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าความเร็วปลอดภัยใกล้เคียง 110 กม./ชม. อันเป็นค่าสูงสุดในมาตรฐานปัจจุบัน ส่วนความปลอดภัยของทางหลวงพิเศษอยู่ในระดับที่ดี แบ่งเป็นค่อนข้างปลอดภัย (ร้อยละ 40) และปลอดภัยดี (ร้อยละ 31) และควรปรับปรุงค่าความเร็วในการออกแบบมากที่สุด แบ่งเป็นควรลดลง (ร้อยละ 12) และควรเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 19) รองลงมาควรปรับปรุงความกว้างไหล่ทาง แบ่งเป็นควรลดลง (ร้อยละ 3) และควรเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 17)

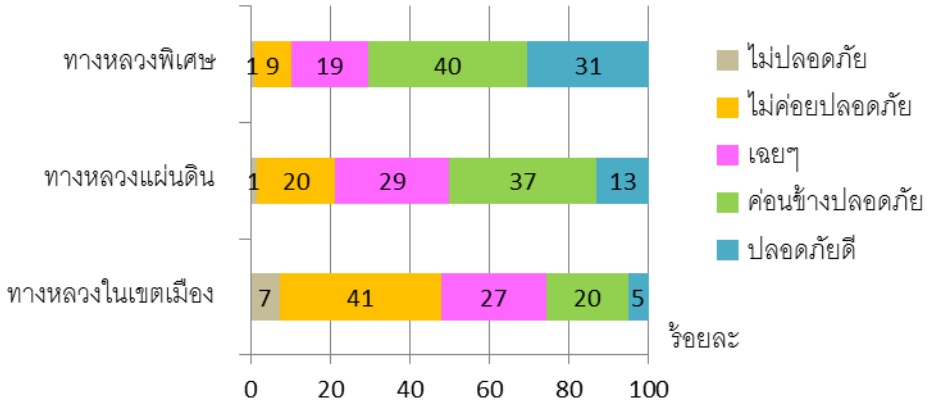
2.) ทางหลวงแผ่นดิน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ความเร็วที่สามารถขับขี่ได้อย่างปลอดภัย คือ 100 กม./ชม. (ร้อยละ 26.3) รองลงมาคือ 80 กม./ชม. (ร้อยละ 26.1) ความปลอดภัยของทางหลวงแผ่นดินอยู่ในระดับปานกลาง แบ่งเป็นค่อนข้างปลอดภัย (ร้อยละ 37) และปลอดภัยดี (ร้อยละ 13) และควรปรับปรุงความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำมากที่สุด แบ่งเป็นควรลดลง (ร้อยละ 1) และควรเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 42) รองลงมาควรปรับปรุงค่าความเร็วในการออกแบบ แบ่งเป็นควรลดลง (ร้อยละ 20) และควรเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 10)

3.) ทางหลวงในเขตเมือง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ความเร็วที่สามารถขับขี่ได้อย่างปลอดภัย คือ 60 กม./ชม. (ร้อยละ 40) รองลงมาคือ 80 กม./ชม. (ร้อยละ 25) ความปลอดภัยของทางหลวงในเขตเมืองอยู่ในระดับไม่ดีนัก แบ่งเป็นไม่ปลอดภัย (ร้อยละ 7) ไม่ค่อยปลอดภัย (ร้อยละ 41) และเฉยๆ (ร้อยละ 27) และควรปรับปรุงความกว้างไหล่ทางมากที่สุด แบ่งเป็นควรลดลง (ร้อยละ 3) และควรเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 28) รองลงมาควรปรับปรุงความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำ ให้มีค่าเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 24)

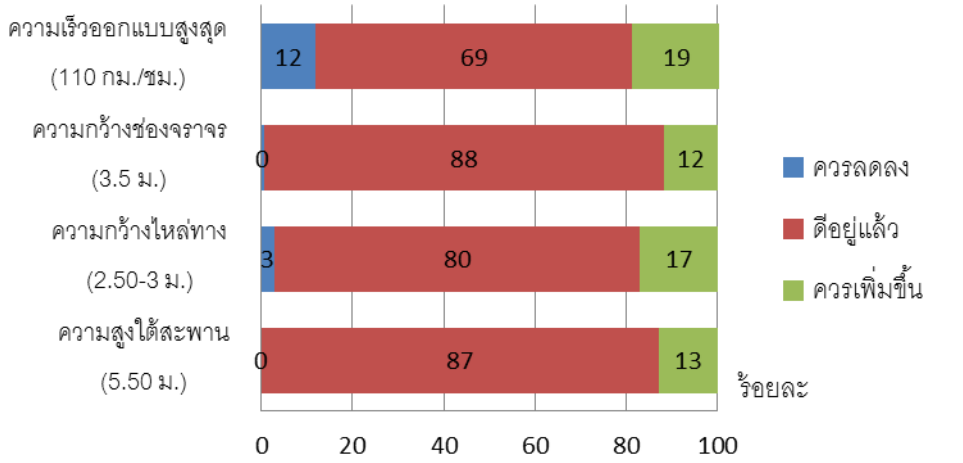
ตารางที่ 5-3 ความเร็วที่คิดว่าขับขี่ได้อย่างปลอดภัยของผู้ตอบแบบสอบถาม

ความเร็วที่ปลอดภัย (กม./ชม.)	ร้อยละ (จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 402 ตัวอย่าง)		
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงในเขตเมือง
40	0.00	0.50	2.24
50	0.00	0.25	6.97
60	3.48	6.96	39.80
70	3.73	5.97	9.95
80	12.69	26.12	25.12
90	10.20	13.68	7.46
100	26.36	26.37	5.72
110	7.71	8.21	0.75
120	29.60	11.69	1.99
130	1.25	0.00	0.00
140	3.48	0.25	0.00
150	1.00	0.00	0.00
160	0.50	0.00	0.00

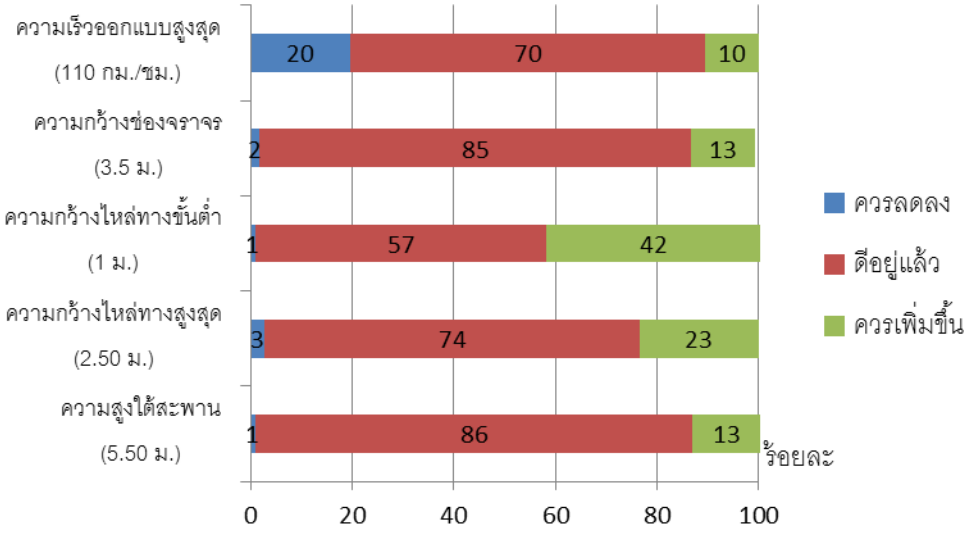
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



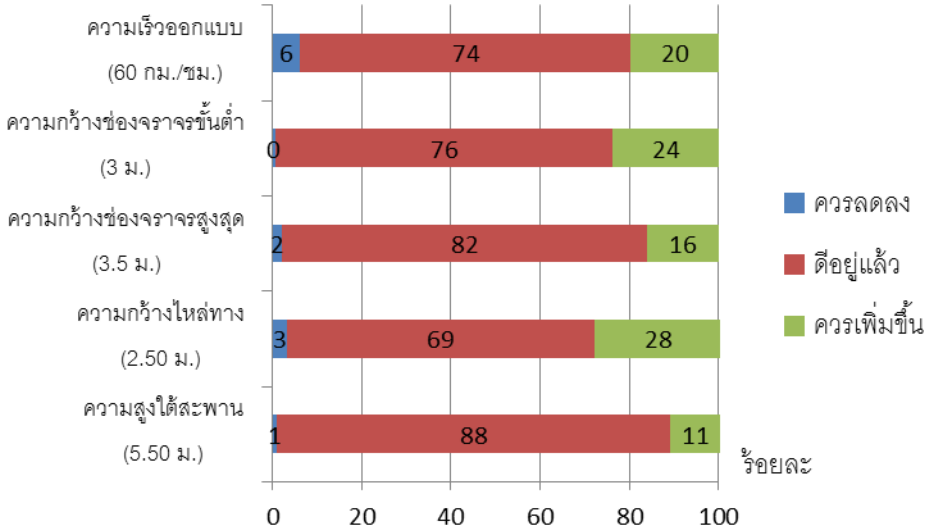
ภาพที่ 5-3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับระดับความปลอดภัยบนทางหลวงแต่ละประเภท



ภาพที่ 5-4 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบของทางหลวงพิเศษ



ภาพที่ 5-5 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบของทางหลวงแผ่นดิน



ภาพที่ 5-6 ความคิดเห็นที่มีต่อขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบของทางหลวงในเขตเมือง

นอกจากนี้ หากพิจารณาแต่ละองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวง จะพบว่าถึงแม้ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะมีความเห็นว่าค่าของแต่ละองค์ประกอบมีความเหมาะสมอยู่แล้ว แต่ก็มีผู้ที่ต้องการให้ปรับปรุงในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 10 ทุกกรณี โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นให้ควรปรับเปลี่ยนค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดบนทางหลวงพิเศษ (คิดเป็นร้อยละ 31) มากกว่าทางหลวงประเภทอื่น และในส่วนของความกว้างช่องจราจร มีความเห็นให้ควรปรับปรุงความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำในเขตเมืองมากที่สุด (ร้อยละ 24) สำหรับกรณีความกว้างไหล่ทาง ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นให้ควรปรับความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำมากที่สุด (ร้อยละ 43) อีกทั้งบางท่านยังเสนอให้ไหล่ทางกว้างอย่างน้อย 1.50 เมตร เพื่อความสะดวกในการจอดรถบนไหล่ทางในกรณีฉุกเฉิน ส่วนความสูงใต้สะพานสำหรับทางหลวงทั้ง 3 ประเภท มีแนวโน้มความคิดเห็นที่ใกล้เคียงกัน คือ ดีอยู่แล้ว เกือบร้อยละ 90 จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง

5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเฉพาะของผู้ใช้ทางกับความคิดเห็น

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 5-4 กับความคิดเห็นที่มีต่อมาตรฐานการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ โดยมุ่งเน้นไปที่ขนาดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท ซึ่งก่อนที่จะนำตัวแปรไปใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอย จะต้องตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมากกว่า 0.5 หรือน้อยกว่า -0.5 หมายความว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันหรือไม่เป็นอิสระต่อกัน จะต้องเลือกตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเข้าสมการ จากผลการตรวจสอบในตารางที่ 5-5 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.5 จำนวน 1 คู่ คือ อายุ (AGE) กับประสบการณ์การขับขี่ (EXP) มีค่า 0.699 และน้อยกว่า -0.5 จำนวน 1 คู่ คือ ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่ (SPE) กับประเภทรถที่ขับประจำ (VEH) มีค่า -0.502

หลังจากตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรแล้ว การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) ที่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมและพฤติกรรมของผู้ขับขี่ กับตัวแปรตาม (Y) จำนวน 14 ตัวแปร ได้แก่ ความคิดเห็นต่อขนาดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงในเขตเมือง ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง และ ระยะความสูงใต้สะพาน จะใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท (Ordered Probit Regression Model) เนื่องจากเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดที่มีมากกว่า 1 ตัว มีชนิดข้อมูลที่แตกต่างกัน และตัวแปรตามเป็นข้อมูลสเกลอันดับ (Ordinal Scale) โดยจะเป็นไปดังสมการที่ 5-1 และ 5-2 ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากสมการถดถอยเหล่านี้ จะสามารถบอกถึงลักษณะเฉพาะของกลุ่มผู้ใช้ทางที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบทางหลวง เพื่อให้การออกแบบตอบสนองต่อความต้องการของผู้ขับขี่บนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น สำหรับผลของการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$y^* = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + .. + b_nX_n + \varepsilon \qquad (5\text{-}1)$$

เมื่อ y^* = ค่าจริงจากตัวแปรตามที่นำไปอ้างอิงแนวโน้มการเลือกระดับในสมการที่ 5-2

X_i = ตัวแปรต้นi

b_i = สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต้น i

ε = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution)

$$Y = \begin{cases} 1; \ y^* \leq \mu_1 \\ 2; \ \mu_1 < y^* \leq \mu_2 \\ 3; \ \mu_2 < y^* \end{cases} \qquad (5\text{-}2)$$

เมื่อ μ_i = ค่าขอบเขตที่ i ของตัวแปร y^*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5-4 ตัวแปรต้นที่ใช้หาความสัมพันธ์

ตัวแปร	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล
อายุ	AGE	อายุ (ปี)	Interval
เพศ	GEN	1 = ชาย, 0 = หญิง	Nominal
วุฒิการศึกษาสูงสุด	EDU	0 = ต่ำกว่าปริญญาตรี, 1 = อย่างอื่น	Nominal
รายได้ต่อเดือน	INC	รายได้ต่อเดือน (หมื่นบาท)	Interval
ประสบการณ์ในการขับขี่	EXP	จำนวนปีที่ขับขี่รถ	Interval
รถที่ขับประจำ	VEH	1 = รถขนาดใหญ่ (รถพ่วง รถบรรทุก หรือ รถบัส), 0 = อย่างอื่น	Nominal
จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์	DAY	1 = 3-7 วัน, 0 = อย่างอื่น	Nominal
ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำ	URB	1 = ใช่, 0 = ไม่ใช่	Nominal
ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำ	RUR	1 = ใช่, 0 = ไม่ใช่	Nominal
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่	SPE	ความเร็ว (กม./ชม.)	Interval

ตารางที่ 5-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต้น

	AGE	GEN	EDU	INC	EXP	VEH	DAY	URB	RUR	SPE
AGE	1	0.286**	-0.400**	0.180**	**0.699****	0.209**	0.250**	-0.072	0.057	-0.129**
GEN	0.286**	1	-0.321**	-0.023	0.222**	0.201**	0.145**	-0.046	0.150**	-0.055
EDU	-0.400**	-0.321**	1	0.292**	-0.189**	-0.475**	-0.144**	0.081	-0.168**	0.372**
INC	0.180**	-0.023	0.292**	1	0.241**	-0.139**	0.177**	0.000	0.003	0.257**
EXP	**0.699****	0.222**	-0.189**	0.241**	1	0.063	0.190**	-0.102*	0.083	0.043
VEH	0.209**	0.201**	-0.475**	-0.139**	0.063	1	0.178**	-0.028	0.167**	**-0.502****
DAY	0.250**	0.145**	-0.144**	0.177**	0.190**	0.178**	1	0.166**	0.133**	-0.036
URB	-0.072	-0.046	0.081	0.000	-0.102*	-0.028	0.166**	1	-0.136**	0.014
LOC	0.057	0.150**	-0.168**	0.003	0.083	0.167**	0.133**	-0.136**	1	0.138**
SPE	-0.129**	-0.055	0.372**	0.257**	0.043	**-0.502****	-0.036	0.014	0.138**	1

หมายเหตุ ** ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และ * ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

5.2.1 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อความเร็วในการออกแบบ

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5-6 พบว่าลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ ประเภทของรถที่ขับประจำ (มีผลกับทางหลวงแผ่นดิน) เพศ การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ (มีผลเฉพาะทางหลวงในเขตเมือง) และ ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่ (มีผลกับทางหลวงทุกประเภทยกเว้นทางหลวงแผ่นดิน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปรรถที่ขับประจำน้อยกว่า -0.5) ในกรณีของรถที่ขับประจำ ผู้ขับขี่รถขนาดเล็กจะมีแนวโน้มใช้ความเร็วมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน จึงมักมีความคิดเห็นให้เพิ่มค่าความเร็วขึ้น แต่จะตรงกันข้าม ในกลุ่มผู้ขับขี่รถขนาดใหญ่ เนื่องจากรถขนาดใหญ่จะควบคุมได้ยากกว่าหากใช้ความเร็วสูง ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับกรณีความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่ ผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วสูงย่อมต้องการให้เพิ่มความเร็วที่ใช้ในการออกแบบถนน นอกจากนี้ผู้ที่ขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำยังมีความเห็นว่าควรจะเพิ่มค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวงในเขตเมืองให้มากขึ้นด้วย

ตารางที่ 5-6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ

ลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่	ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ		
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงในเขตเมือง
อายุ (ปี)	-0.007 (p = 0.406)	-0.001 (p = 0.914)	-0.004 (p = 0.650)
เพศ	-0.279 (p = 0.146)	0.033 (p = 0.860)	**-0.435 (p = 0.025)**
วุฒิการศึกษาสูงสุด	-0.109 (p = 0.512)	-0.224 (p = 0.167)	0.032 (p = 0.852)
รายได้ต่อเดือน(บาท)	-0.020 (p = 0.801)	0.019 (p = 0.801)	0.038 (p = 0.638)
ประสบการณ์ในการขับขี่	-0.002 (p = 0.817)	-0.005 (p = 0.621)	-0.005 (p = 0.617)
รถที่ขับประจำ	-0.327 (p = 0.104)	**-0.398 (p = 0.040)**	-0.130 (p = 0.524)
จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์	0.142 (p = 0.500)	0.042 (p = 0.837)	-0.083 (p = 0.697)
ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำ	0.021 (p = 0.938)	-0.237 (p = 0.357)	0.167 (p = 0.536)
ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำ	0.097 (p = 0.550)	0.021 (p = 0.894)	**0.348 (p = 0.036)**
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่	**0.022 (p = 0.000)**	0.011 (p = 0.001)	**0.008 (p = 0.025)**
ค่าขอบเขตของสมการ	μ_1 = 0.386 μ_2 = 2.817	μ_1 = -0.198 μ_2 = 2.018	μ_1 = -0.998 μ_2 = 1.534
ค่า “-2 Log Likelihood”	567.334	616.286	538.668

5.2.2 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อความกว้างช่องจราจร

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5-7 พบว่าลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างช่องจราจรอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ วุฒิการศึกษา (มีผลเฉพาะทางหลวงพิเศษ) ประสบการณ์ในการขับขี่ (มีผลเฉพาะทางหลวงแผ่นดิน) การขับขี่ผ่านเขตเมืองเป็นประจำ (มีผลเฉพาะค่าความกว้างขั้นต่ำในเขตเมือง) และ การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ (มีผลเฉพาะค่าความกว้างสูงสุดในเขตเมือง)ในกรณีของประสบการณ์ในการขับขี่แสดงให้เห็นว่าผู้ขับขี่บนทางหลวงแผ่นดินที่มีประสบการณ์น้อยจะต้องการความกว้างช่องจราจรที่กว้างขึ้น เพื่อให้มีพื้นที่ในการควบคุมรถเพียงพอ ส่วนกรณีแนวเส้นทางที่ขับผ่านประจำ ผู้ที่ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำเห็นว่าควรเพิ่มความกว้างขั้นต่ำในเขตเมือง ในขณะที่ผู้ที่ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำเห็นว่าควรเพิ่มค่าความกว้างสูงสุดในเขตเมืองแทน

ตารางที่ 5-7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความกว้างช่องจราจร

ลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่	ความกว้างช่องจราจร			
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ในเขตเมือง (ขั้นต่ำ)	ในเขตเมือง (สูงสุด)
อายุ (ปี)	-0.002 (p = 0.886)	0.009 (p = 0.383)	-0.007 (p = 0.457)	-0.008 (p = 0.403)
เพศ	0.321 (p = 0.191)	-0.276 (p = 0.211)	0.053 (p = 0.798)	0.169 (p = 0.433)
วุฒิการศึกษาสูงสุด	**0.438 (p = 0.046)**	0.215 (p = 0.287)	0.267 (p = 0.150)	0.260 (p = 0.168)
รายได้ต่อเดือน(บาท)	-0.013 (p = 0.902)	0.058 (p = 0.540)	0.115 (p = 0.186)	-0.041 (p = 0.648)
ประสบการณ์ขับขี่	-0.006 (p = 0.672)	**-0.024(p =0.048)**	0.002 (p = 0.872)	0.002 (p = 0.885)
รถที่ขับประจำ	-0.353 (p = 0.210)	0.215 (p = 0.374)	0.210 (p = 0.345)	-0.034 (p = 0.881)
จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์	-0.133 (p = 0.600)	0.144 (p = 0.570)	-0.284 (p = 0.211)	0.116 (p = 0.626)
ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำ	-0.257 (p = 0.433)	-0.181 (p = 0.560)	**0.531(p = 0.095)**	0.415 (p = 0.183)
ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำ	0.023 (p = 0.912)	0.171 (p = 0.380)	0.130 (p = 0.466)	**0.356(p = 0.057)**
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่	-0.003 (p = 0.425)	0.006 (p = 0.149)	-0.002 (p = 0.592)	-0.004 (p = 0.320)
ค่าขอบเขตของสมการ	μ_1 = -3.087 μ_2 = 0.823	μ_1 = -1.406 μ_2 = 1.962	μ_1 = -2.241 μ_2 = 1.148	μ_1 = -1.833 μ_2 = 1.304
ค่า -2LogLikelihood	301.134	360.863	448.001	411.619

5.2.3 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อความกว้างไหล่ทาง

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5-8 พบว่าลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ อายุ (มีผลทุกประเภท) วุฒิการศึกษา (มีผลกับทางหลวงในเขตเมืองและค่าสูงสุดของทางหลวงแผ่นดิน) รายได้ต่อเดือน (มีผลกับค่าสูงสุดของทางหลวงแผ่นดิน) ประเภทรถที่ขับประจำ (มีผลกับค่าขั้นต่ำของทางหลวงแผ่นดิน) การขับขี่ผ่านเขตเมืองเป็นประจำ (มีผลกับทางหลวงพิเศษ) การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ (มีผลกับทางหลวงในเขตเมือง) และ ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่ (มีผลกับทางหลวงในเขตเมืองและค่าสูงสุดของทางหลวงแผ่นดิน) ในกรณีของรถที่ขับประจำ จะเห็นได้ชัดว่าผู้ขับขี่รถขนาดใหญ่ต้องการความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำมากกว่า 1 เมตร ส่วนกรณีความเร็วสูงสุดที่ใช้ขับขี่ ได้แสดงให้เห็นว่า หากถนนมีไหล่ทางแคบ จะส่งผลต่อการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่

ตารางที่ 5-8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อความกว้างไหล่ทาง

ลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่	ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงประเภทต่างๆ			
	พิเศษ	แผ่นดิน (ขั้นต่ำ)	แผ่นดิน (สูงสุด)	ในเขตเมือง
อายุ (ปี)	**-0.017(p = 0.067)**	**0.020(p = 0.026)**	**-0.015(p =0.093)**	**-0.023(p =0.011)**
เพศ	0.109 (p = 0.600)	0.159 (p = 0.419)	0.063 (p = 0.751)	0.047 (p = 0.806)
วุฒิการศึกษาสูงสุด	-0.048 (p = 0.790)	0.264 (p = 0.123)	**0.379(p = 0.031)**	**0.330(p = 0.049)**
รายได้ต่อเดือน(บาท)	0.059 (p = 0.494)	-0.015 (p = 0.854)	**0.182(p = 0.029)**	0.062 (p = 0.439)
ประสบการณ์ขับขี่ (ปี)	0.009 (p = 0.413)	-0.015 (p = 0.151)	0.009 (p = 0.377)	0.009 (p = 0.382)
รถที่ขับประจำ	0.088 (p = 0.684)	**0.715(p = 0.001)**	0.035 (p = 0.869)	-0.267 (p = 0.187)
วันที่ขับขี่/สัปดาห์	0.042 (p = 0.854)	0.030 (p = 0.889)	0.042 (p = 0.848)	0.059 (p = 0.778)
ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำ	**0.691 (p = 0.021)**	0.344 (p = 0.213)	-0.008 (p = 0.977)	-0.106 (p = 0.691)
ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำ	0.155 (p = 0.380)	-0.156 (p = 0.345)	0.137 (p = 0.417)	**0.298(p = 0.069)**
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่	-0.002 (p = 0.526)	0.002 (p = 0.466)	**-0.007(p =0.047)**	**-0.007(p =0.041)**
ค่าขอบเขตของสมการ	μ_1 = -1.686 μ_2 = 1.232	μ_1 = -1.279 μ_2 = 1.635	μ_1 = -2.343 μ_2 = 0.428	μ_1 = -2.865 μ_2 = -0.346
ค่า -2LogLikelihood	457.546	543.469	507.531	556.564

5.2.4 ความคิดเห็นของผู้ใช้ทางที่มีต่อระยะความสูงใต้สะพาน

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 5-9 พบว่าลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องระยะความสูงใต้สะพานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ อายุ (มีผลเฉพาะทางหลวงในเขตเมือง) ประเภทของรถที่ขับประจำ (มีผลกับทางหลวงพิเศษและทางหลวงในเขตเมือง) และ การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ (มีผลกับทางหลวงพิเศษและทางหลวงแผ่นดิน) ในกรณีของอายุ ผู้ขับขี่ที่มีอายุมากเห็นว่าทางหลวงในเขตเมืองไม่จำเป็นต้องมีค่าระยะความสูงใต้สะพานมากนัก ส่วนกรณีของแนวเส้นทางที่ขับผ่านประจำ จะเห็นได้ว่า ผู้ขับขี่ที่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำต้องการระยะความสูงใต้สะพานเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีรถขนาดใหญ่ใช้เส้นทางในเขตชนบทมากกว่าในเขตเมือง อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงรถที่ขับประจำ ผู้ขับขี่รถขนาดใหญ่กลับมีความเห็นว่าระยะความสูงใต้สะพานในปัจจุบันดีอยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องเพิ่มขึ้นอีก

ตารางที่ 5-9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นต่อระยะความสูงใต้สะพาน

ลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่	ระยะความสูงใต้สะพาน		
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงในเขตเมือง
อายุ (ปี)	-0.015 (p = 0.217)	-0.007 (p = 0.511)	**-0.041 (p = 0.001)**
เพศ	-0.149 (p = 0.532)	-0.032 (p = 0.890)	0.164 (p = 0.510)
วุฒิการศึกษาสูงสุด	-0.037 (p = 0.865)	0.059 (p = 0.775)	-0.192 (p = 0.371)
รายได้ต่อเดือน(บาท)	-0.020 (p = 0.848)	-0.059 (p = 0.548)	0.004 (p = 0.971)
ประสบการณ์ในการขับขี่	0.004 (p = 0.768)	-0.002 (p = 0.900)	0.025 (p = 0.084)
รถที่ขับประจำ	**-0.508 (p = 0.073)**	-0.225 (p = 0.369)	**-0.602 (p = 0.036)**
จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์	0.214 (p = 0.461)	0.203 (p = 0.446)	0.014 (p = 0.958)
ขับผ่านเขตเมืองเป็นประจำ	0.554 (p = 0.224)	-0.175 (p = 0.579)	0.424 (p = 0.266)
ขับผ่านเขตชนบทเป็นประจำ	**0.470 (p = 0.042)**	**0.441 (p = 0.041)**	0.203 (p = 0.351)
ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่	-0.005 (p = 0.243)	-0.004 (p = 0.292)	-0.005 (p = 0.290)
ค่าขอบเขตของสมการ	μ_2 = 0. 938	μ_1 = -3.194 μ_2 = 0.581	μ_1 = -4.002 μ_2 = 0.087
ค่า “-2 Log Likelihood”	290.717	328.756	285.880

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่ กับความคิดเห็นที่มีต่อขนาดองค์ประกอบที่เหมาะสมในการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท จะพบว่าค่า -2Log Likelihood ของแต่ละสมการที่ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์อยู่ในช่วงระหว่าง

290.717-616.286 ซึ่งค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงไม่แนะนำให้ใช้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์ในบทนี้มาคาดการณ์ความคิดเห็นของกลุ่มบุคคลอื่นๆ

5.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็น

จากการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง ผู้ตอบแบบสอบถามมากถึงร้อยละ 80 มีความเห็นว่าควรปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน และเห็นว่าองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุงมากที่สุด คือ ความเร็วในการออกแบบ รองลงมาเป็นความกว้างไหล่ทาง ความกว้างช่องจราจร ระยะความสูงใต้สะพาน และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น การออกแบบโค้ง เกาะกลาง จุดกลับรถ นอกจากนี้ยังเห็นว่าองค์ประกอบอื่นๆที่ไม่อยู่ในการออกแบบทางเรขาคณิตก็ควรมีการปรับปรุงเช่นกัน โดยเฉพาะสภาพผิวจราจรและไหล่ทาง ป้ายจราจร เครื่องหมายบนผิวจราจร และไฟส่องสว่าง

อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาแต่ละองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ จะพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังมีความเห็นว่าค่าของแต่ละองค์ประกอบมีความเหมาะสมอยู่แล้ว แต่ก็มีผู้ที่ต้องการให้ปรับปรุงในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 10 ทุกกรณี โดยผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นให้ควรปรับเปลี่ยนค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดบนทางหลวงพิเศษมากกว่าทางหลวงประเภทอื่น เพิ่มความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำในเขตเมือง และควรปรับความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำให้กว้างกว่า 1 เมตร ส่วนความสูงใต้สะพานสำหรับทางหลวงทั้ง 3 ประเภท มีแนวโน้มความคิดเห็นที่ใกล้เคียงกัน คือ ดีอยู่แล้ว เกือบร้อยละ 90 จึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง

ในส่วนของการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเฉพาะของผู้ขับขี่กับความคิดเห็นที่มีต่อมาตรฐานการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ ก็พบว่า การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำและอายุมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในการเลือกค่าขององค์ประกอบในการออกแบบที่เหมาะสมมากที่สุด รองลงมาเป็นประเภทของรถที่ขับประจำ และ ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่ ฉะนั้นหากมีการปรับปรุงมาตรฐานขั้นทางและการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทย ก็ต้องคำนึงถึงปัจจัยเหล่านี้ด้วย เพื่อให้การออกแบบตอบสนองต่อความต้องการของผู้ขับขี่บนท้องถนนได้ดียิ่งขึ้น และหากพิจารณาแต่ละองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ จะพบว่า 1) ประเภทของรถที่ขับประจำ เพศ การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ และ ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบ 2) วุฒิการศึกษา แนวเส้นทางที่ขับผ่านเป็นประจำ และ ประสบการณ์ในการขับขี่ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องความกว้างช่องจราจร 3) อายุ วุฒิการศึกษา รายได้ต่อเดือน ประเภทรถที่ขับประจำ แนวเส้นทางที่ขับผ่านประจำ และ ความเร็วสูงสุดที่ขับขี่ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องความกว้างไหล่ทาง และ 4) อายุ ประเภทของรถที่ขับประจำ และ การขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องระยะความสูงใต้สะพาน

บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ

ในบทที่ 6 นี้ จะนำเสนอผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบที่มีต่อมาตรฐานการออกแบบทางหลวงในประเทศไทย จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 94 ตัวอย่าง แบ่งเป็นวิศวกรในกรมทางหลวงจำนวน 51 ตัวอย่าง และวิศวกรผู้ออกแบบจากบริษัทที่ปรึกษาจำนวน 43 ตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้น และเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท (Ordered Probit Regression Model) การวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะเฉพาะของวิศวกรกับความคิดเห็น และ 3) สรุปผลการวิเคราะห์ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

6.1 การวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา

6.1.1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 1) กลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวง มีอายุโดยเฉลี่ย 35 ปี ส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท (ร้อยละ 61) มีประสบการณ์ในการออกแบบเฉลี่ย 3.45 ปี มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตร้อยละ 51 มีส่วนร่วมในการออกแบบถนนเฉลี่ย 16.71 โครงการ และมีคะแนนความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตเฉลี่ย 4.91 จากคะแนนเต็มสิบ 2) กลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบจากบริษัทที่ปรึกษามีอายุโดยเฉลี่ย 38.72 ปี ส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 67) มีประสบการณ์ในการออกแบบเฉลี่ย 11.74 ปี มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตร้อยละ 86 มีส่วนร่วมในการออกแบบถนนเฉลี่ย 13.56 โครงการ และมีคะแนนความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตเฉลี่ย 6.59 จากคะแนนเต็มสิบ สำหรับเหตุที่กลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวงมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง เกิดขึ้นเนื่องจากวิศวกรในกรมทางหลวงบางท่านไม่ได้ทำงานด้านการออกแบบทางเรขาคณิตเป็นหลัก แต่ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบทางหลวง เช่น การวางแผน การออกแบบโครงสร้างผิวทาง การบำรุงรักษาและอำนวยความปลอดภัยทางถนน รายละเอียดแสดงไว้ดังตารางที่ 6-1

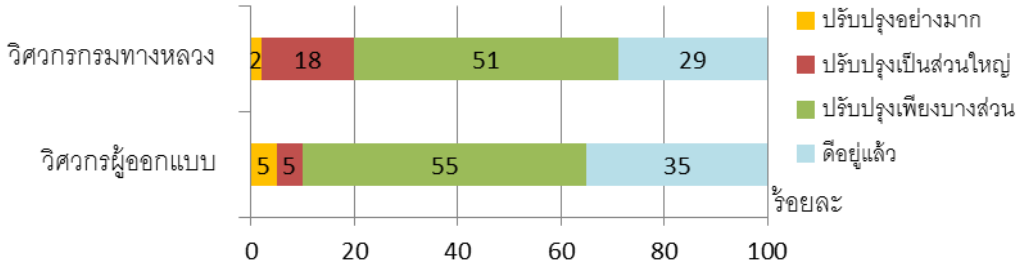
ตารางที่ 6-1 คุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรผู้ตอบแบบสอบถาม

คุณลักษณะส่วนบุคคล	รายละเอียด	กรมทางหลวง		รายละเอียด	ผู้ออกแบบ	
		ความถี่	ร้อยละ		ความถี่	ร้อยละ
อายุ (ปี)	ค่าเฉลี่ย 35	-	-	ค่าเฉลี่ย 38.72	-	-
	รวม	51	100.00	รวม	43	100.00
วุฒิการศึกษา	ปวส.	0	0.00	ปวส.	0	0.00
	ปริญญาตรี	14	27.45	ปริญญาตรี	29	67.44
	ปริญญาโท	31	60.78	ปริญญาโท	12	27.91
	ปริญญาเอก	6	11.77	ปริญญาเอก	2	4.65
	รวม	51	100.00	รวม	43	100.00
ประสบการณ์ในการออกแบบ	ค่าเฉลี่ย 3.45	-	-	ค่าเฉลี่ย 11.74	-	-
	รวม	51	100.00	รวม	43	100.00
ความเชี่ยวชาญในการออกแบบ (แต่ละคนเชี่ยวชาญได้มากกว่า 1 อย่าง)	ออกแบบเรขาคณิต	26	50.98	ออกแบบเรขาคณิต	37	86.05
	การวางแผน	18	35.29	การวางแผน	18	41.86
	โครงสร้างผิวทาง	8	15.69	โครงสร้างผิวทาง	7	16.28
	การระบายน้ำ	6	11.76	การระบายน้ำ	9	20.93
	ความปลอดภัย	19	37.25	ความปลอดภัย	10	23.55
	อื่นๆ	2	3.92	อื่นๆ	0	0
จำนวนโครงการถนนที่มีส่วนร่วมในการออกแบบ	ค่าเฉลี่ย 16.71 ต่ำสุด 0 สูงสุด 200	-	-	ค่าเฉลี่ย 13.56 ต่ำสุด 1 สูงสุด 90	-	-
	รวม	51	100.00	รวม	43	100.00
คะแนนความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิต (จาก 0 ถึง 10)	ค่าเฉลี่ย 4.91 ต่ำสุด 2 สูงสุด 8	-	-	ค่าเฉลี่ย 6.59 ต่ำสุด 3 สูงสุด 10	-	-
	รวม	51	100.00	รวม	43	100.00

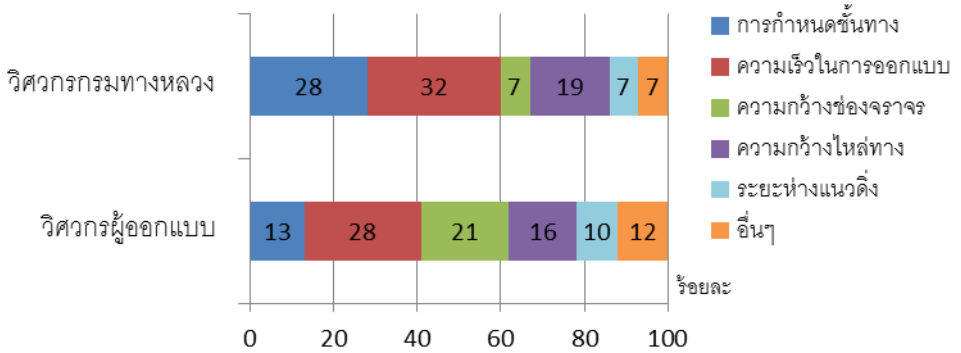
6.1.2 ทัศนคติและความคิดเห็นจากวิศวกรที่มีต่อการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงในประเทศไทย

ในหัวข้อนี้ จะนำเสนอทั้งทัศนคติและความคิดเห็นจากวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ ที่มีต่อการออกแบบในภาพรวมดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 6-1 ถึงภาพที่ 6-2 และทัศนคติและความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท โดยในส่วนของทัศนคติและความคิดเห็นในภาพรวม วิศวกรในกรมทางหลวงมากถึงร้อยละ 71 และ วิศวกรผู้ออกแบบมากถึงร้อยละ 65 มีความเห็นว่าควรปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน ส่วนประเด็นองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุง พบว่าวิศวกรในกรมทางหลวงมีความเห็น

ให้ควรปรับปรุงความเร็วในการออกแบบมากที่สุด (ร้อยละ 32) รองลงมาเป็นการกำหนดชั้นทาง (ร้อยละ 28) ความกว้างไหล่ทาง (ร้อยละ 19) ความกว้างช่องจราจร ระยะห่างแนวดิ่ง และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ประเภทเกาะกลาง ความชันด้านข้างของถนน จุดกลับรถ (ร้อยละ 7 เท่ากัน) ในขณะที่วิศวกรผู้ออกแบบมีความเห็นให้ควรปรับปรุงความเร็วในการออกแบบมากที่สุดเช่นกัน (ร้อยละ 28) รองลงมาเป็นความกว้างช่องจราจร (ร้อยละ 21) ความกว้างไหล่ทาง (ร้อยละ 16) การกำหนดชั้นทาง (ร้อยละ 13) องค์ประกอบอื่นๆ เช่น ประเภทเกาะกลาง ประเภทผิวจราจร จุดกลับรถ ป้ายจราจร (ร้อยละ 12) และระยะห่างแนวดิ่ง (ร้อยละ 10)



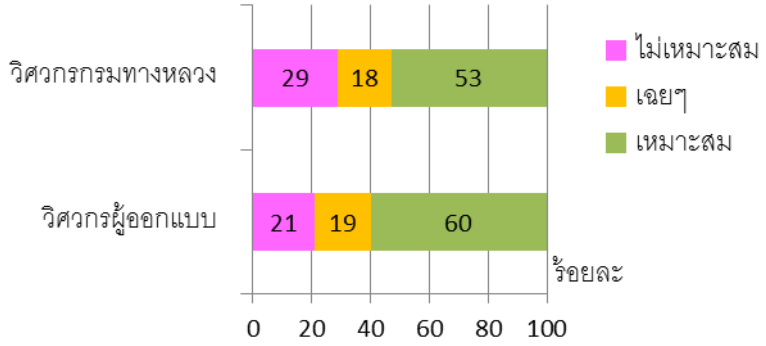
ภาพที่ 6-1 ความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในภาพรวม



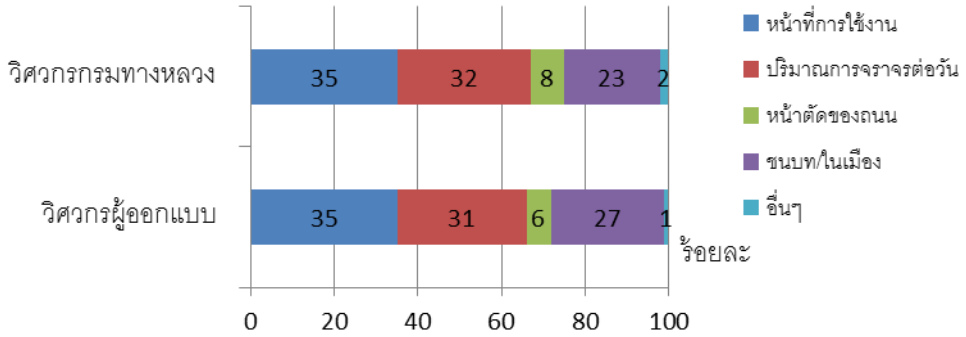
ภาพที่ 6-2 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อองค์ประกอบของถนนที่ควรปรับปรุง

ในขณะที่ทัศนคติและความคิดเห็นที่มีต่อปัจจัยในการกำหนดองค์ประกอบและค่าที่เหมาะสมขององค์ประกอบในการออกแบบทางหลวง อันประกอบด้วย การกำหนดชั้นทาง ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง และ ระยะห่างแนวดิ่ง โดยที่แบบสอบถามจะถามถึงปัจจัยในการกำหนดองค์ประกอบและค่าที่เหมาะสมขององค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงชั้นทางพิเศษ ทางหลวงชั้นรองลงมา (หมายถึง ทางหลวงชั้นทางที่ 1-4) และทางหลวงในเขตเมือง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.) การกำหนดชั้นทาง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นว่า การกำหนดชั้นทางในปัจจุบันที่อ้างอิงจากปริมาณการจราจรต่อวันนั้นยังคงมีความเหมาะสม ดังแสดงในภาพที่ 6-3 (ร้อยละ 53 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 60 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ส่วนปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทางหากต้องการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบัน วิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุด ได้แก่ หน้าที่การใช้งาน รองลงมาเป็น ปริมาณการจราจรต่อวัน ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) หน้าตัดของถนน และปัจจัยอื่นๆ (เช่น โครงข่ายทางหลวง ทางแยก) ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6-4

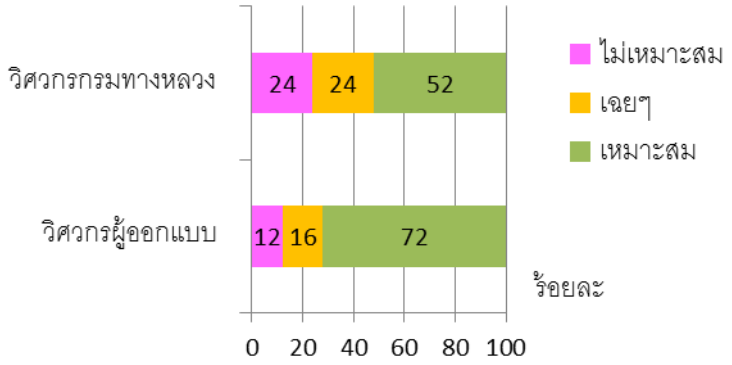


ภาพที่ 6-3 ความคิดเห็นที่มีต่อการกำหนดชั้นทางในปัจจุบัน

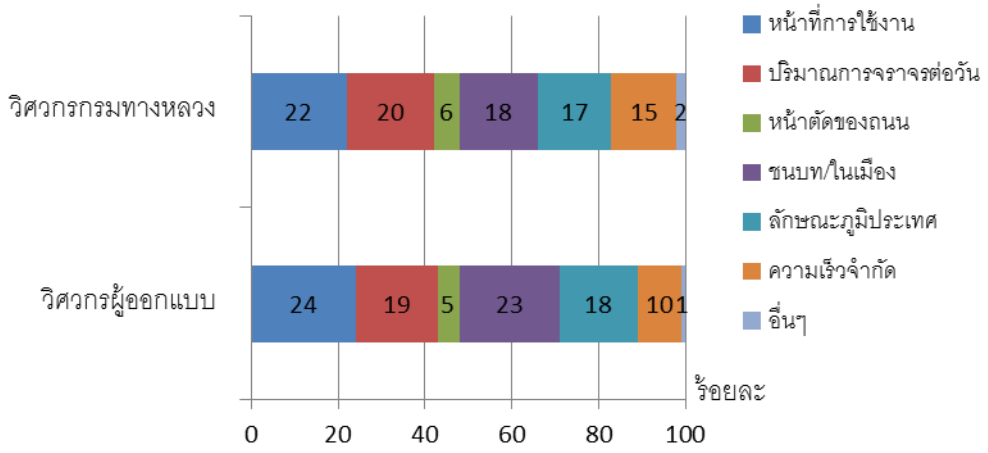


ภาพที่ 6-4 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทาง

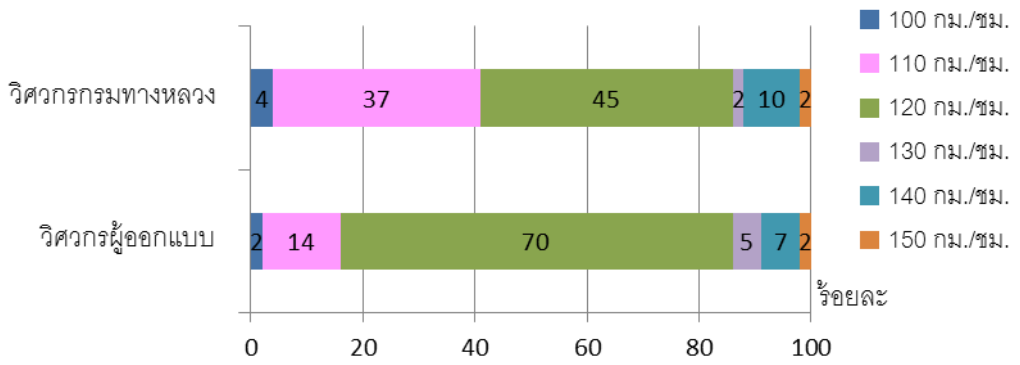
2.) ความเร็วในการออกแบบ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความเห็นว่า การกำหนดความเร็วในการออกแบบในปัจจุบันยังคงมีความเหมาะสม ดังแสดงในภาพที่ 6-5 (ร้อยละ 52 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 72 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ส่วนปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความเร็วในการออกแบบหากต้องการเปลี่ยนแปลงจากปัจจุบัน วิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกัน ต่างกันแค่ปัจจัยอันดับ 2 และอันดับ 3 กล่าวคือ ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุด ได้แก่ หน้าที่การใช้งาน ปัจจัยรองลงมาในกลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวงเป็น ปริมาณการจราจรต่อวัน กับลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ซึ่งสลับกับกลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบ ดังแสดงในภาพที่ 6-6 และเมื่อพิจารณาถึงค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง พบว่าวิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นพิเศษที่เหมาะสมที่สุดคือ 120 กม./ชม. (ร้อยละ 45 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 70 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาคือ 110 กม./ชม. ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 37 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 14 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ลำดับต่อมา ความเร็วสูงสุดในการออกแบบทางหลวงชั้นรองลงมาที่เหมาะสมที่สุดคือ 110 กม./ชม. ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน(ร้อยละ 57 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 56 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาคือ 120 กม./ชม. (ร้อยละ 29 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 26 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) และสุดท้าย ความเร็วในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมที่สุดคือ 60 กม./ชม. ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 69 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 65 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาคือ 80 กม./ชม. (ร้อยละ 21 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 18 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รายละเอียดแสดงในภาพที่ 6-7 ถึงภาพที่ 6-9



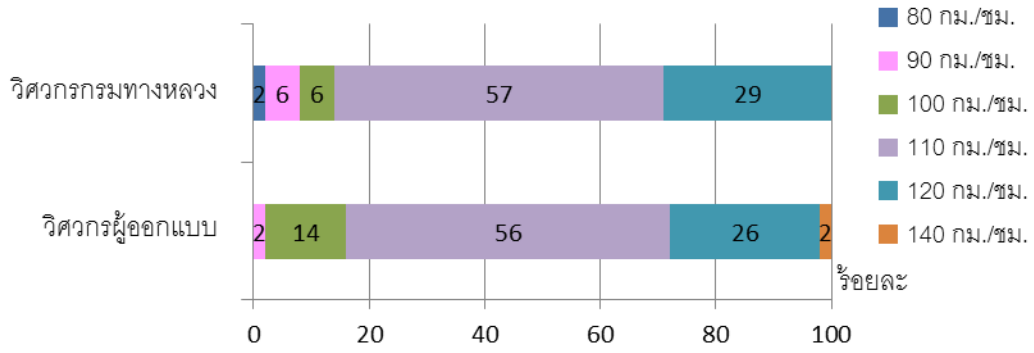
ภาพที่ 6-5 ความคิดเห็นที่มีต่อการกำหนดความเร็วในการออกแบบในปัจจุบัน



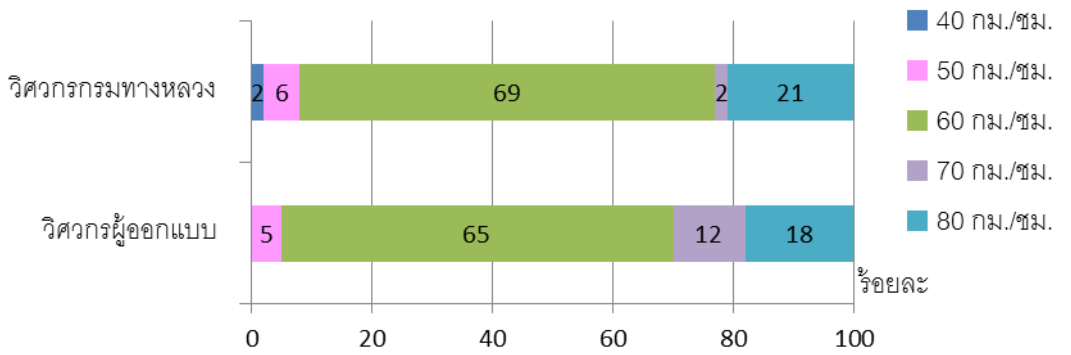
ภาพที่ 6-6 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ



ภาพที่ 6-7 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ

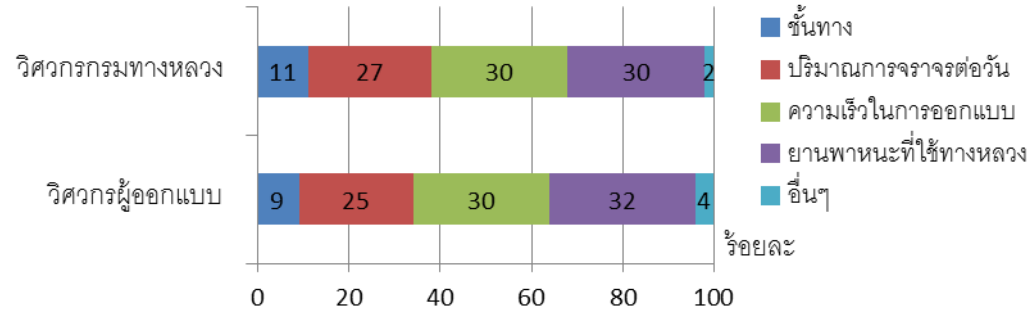


ภาพที่ 6-8 ความคิดเห็นต่อค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา

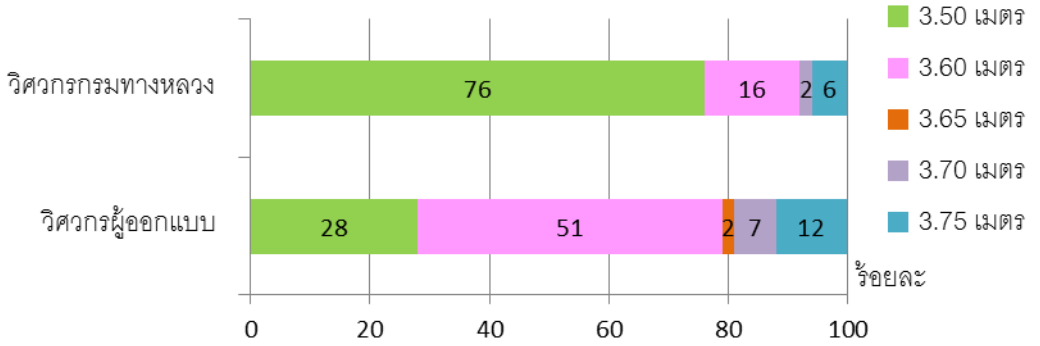


ภาพที่ 6-9 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วในการออกแบบที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง

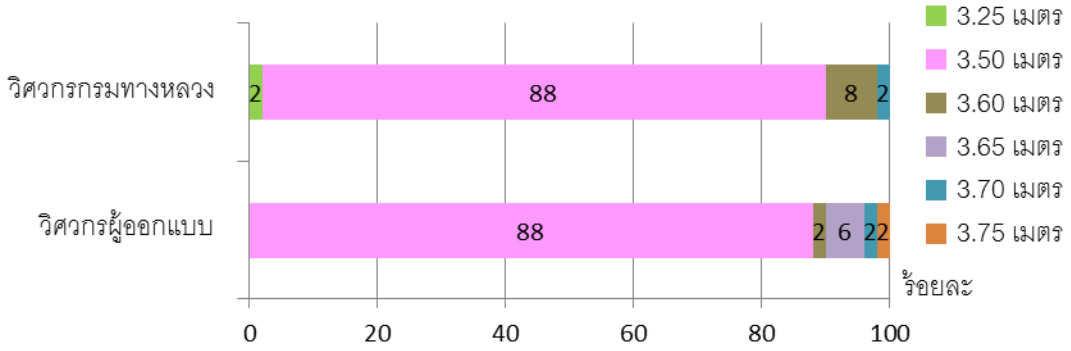
3.) ความกว้างช่องจราจร ในส่วนของปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างช่องจราจร วิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุดได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง และ ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ(เฉพาะกลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวง) ปัจจัยรองลงมาเป็นความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ(เฉพาะกลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบ) ปริมาณการจราจรต่อวัน ชั้นทาง และปัจจัยอื่นๆตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6-10 และเมื่อพิจารณาถึงค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง พบว่าวิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นค่าความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นพิเศษ กล่าวคือ ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นพิเศษที่เหมาะสมที่สุดในมุมมองของกลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวงคือ 3.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 76) รองลงมาคือ 3.60 เมตร (ร้อยละ 16) ซึ่งต่างจากกลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบที่เห็นว่าความกว้าง 3.60 เมตร เหมาะสมที่สุด (ร้อยละ 51) รองลงมาคือ 3.50 เมตร (ร้อยละ 28) ลำดับต่อมา ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นรองลงมาที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในปัจจุบัน (มากถึงร้อยละ 88 ทั้งวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ) และสุดท้าย ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงในเขตเมืองแบ่งแยกกรณีเป็นค่าความกว้างขั้นต่ำและค่าความกว้างสูงสุด โดยที่ค่าความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำสำหรับทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.00 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 76 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 65 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ส่วนค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดสำหรับทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 84 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 77 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รายละเอียดแสดงในภาพที่ 6-11 ถึงภาพที่ 6-14



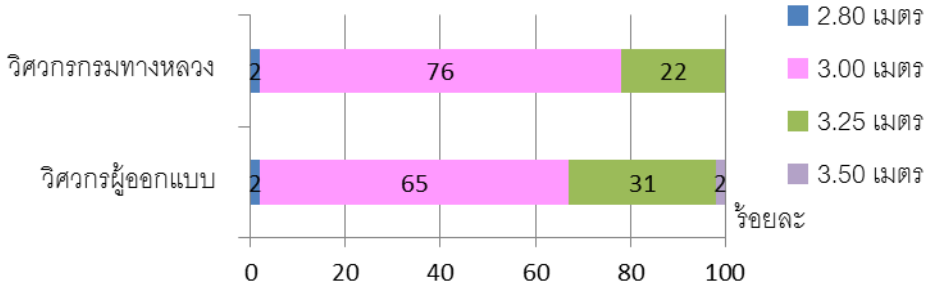
ภาพที่ 6-10 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างช่องจราจร



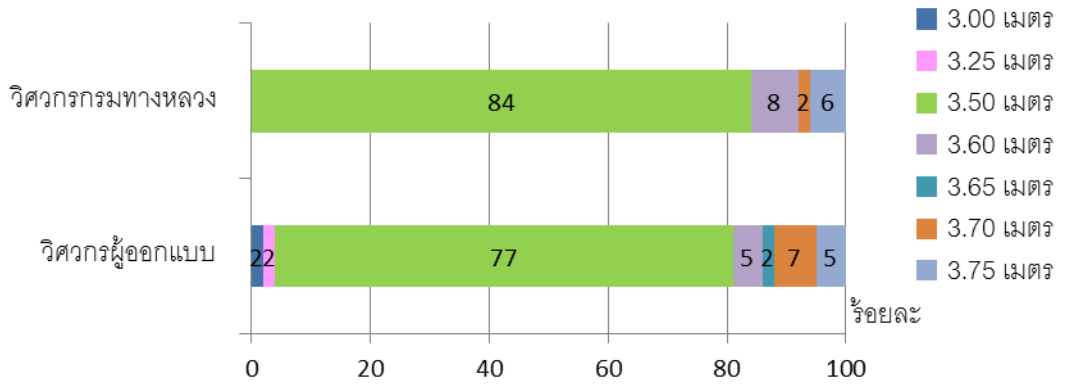
ภาพที่ 6-11 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ



ภาพที่ 6-12 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางรองลงมา

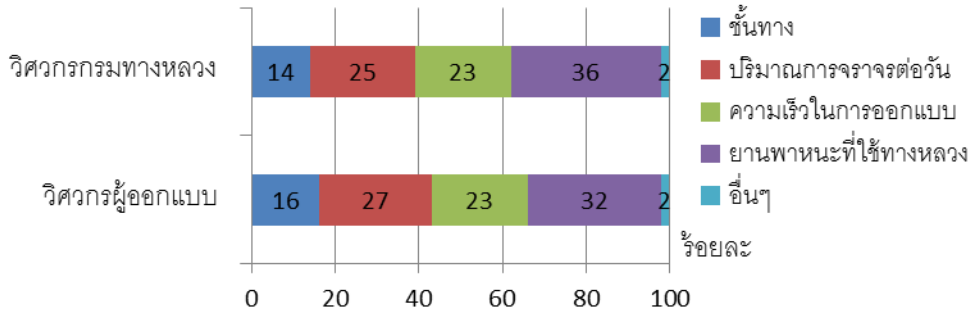


ภาพที่ 6-13 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง

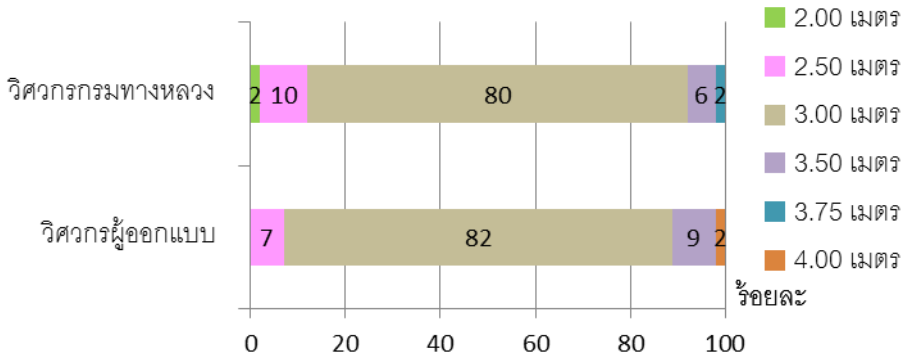


ภาพที่ 6-14 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง

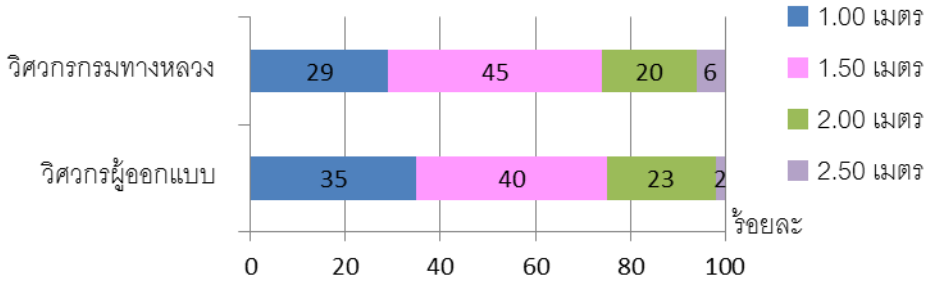
4.) ความกว้างไหล่ทาง ในส่วนของปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างไหล่ทาง วิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุด ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง (ร้อยละ 36 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 32 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาเป็นปริมาณการจราจรต่อวัน (ร้อยละ 25 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 27 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ (ร้อยละ 23 ทั้งวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ) ชั้นทาง และปัจจัยอื่นๆตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6-15 และเมื่อพิจารณาถึงค่าความกว้างช่องจราจรที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง พบว่าวิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงชั้นพิเศษที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.00 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (มากถึงร้อยละ 80 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 82 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ลำดับต่อมา ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงชั้นรองลงมา (ชั้นทางที่ 1 ถึงชั้นทางที่ 4) แบ่งแยกกรณีเป็นค่าความกว้างขั้นต่ำและค่าความกว้างสูงสุด โดยที่ค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำที่เหมาะสมที่สุดคือ 1.50 เมตร (ร้อยละ 45 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 40 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาคือ 1.00 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (ร้อยละ 29 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 35 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ส่วนส่วนค่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดสำหรับทางหลวงชั้นรองลงมาที่เหมาะสมที่สุดคือ 2.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในมาตรฐานปัจจุบัน (มากถึงร้อยละ 82 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 77 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) และสุดท้าย ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมที่สุดคือ 2.50 เมตร (ร้อยละ 68.5 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 67.5 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมา คือ 3.00 เมตร (ร้อยละ 15.5 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 16.5 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รายละเอียดแสดงในภาพที่ 6-16 ถึงภาพที่ 6-19



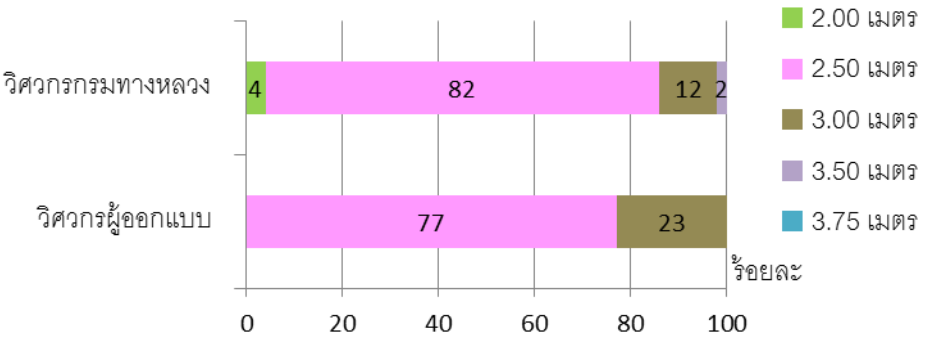
ภาพที่ 6-15 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างไหล่ทาง



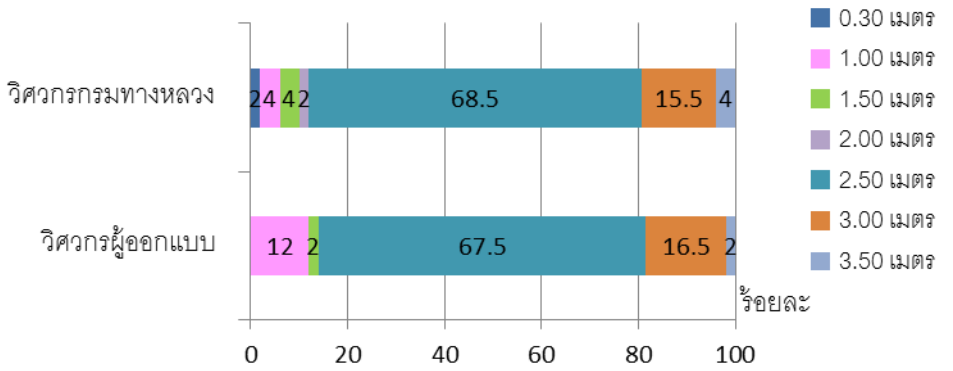
ภาพที่ 6-16 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ



ภาพที่ 6-17 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา

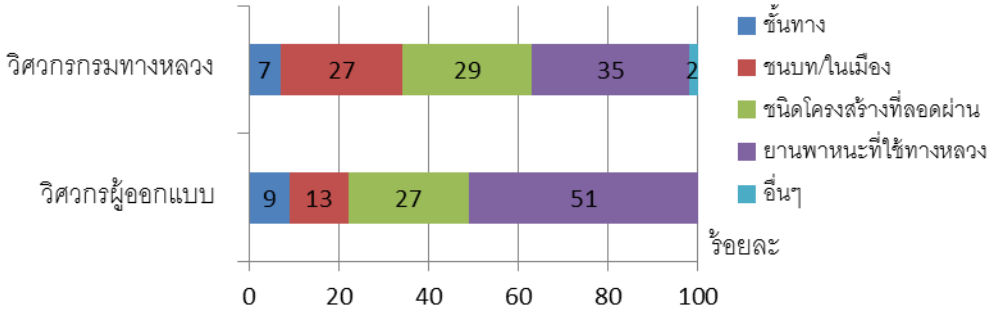


ภาพที่ 6-18 ความคิดเห็นต่อค่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา

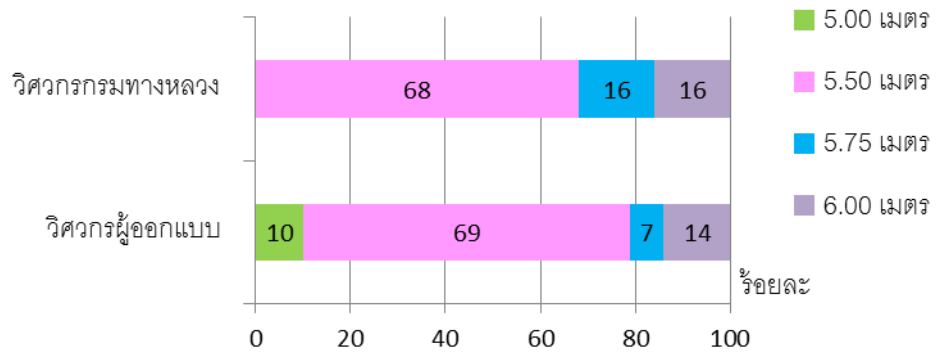


ภาพที่ 6-19 ความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง

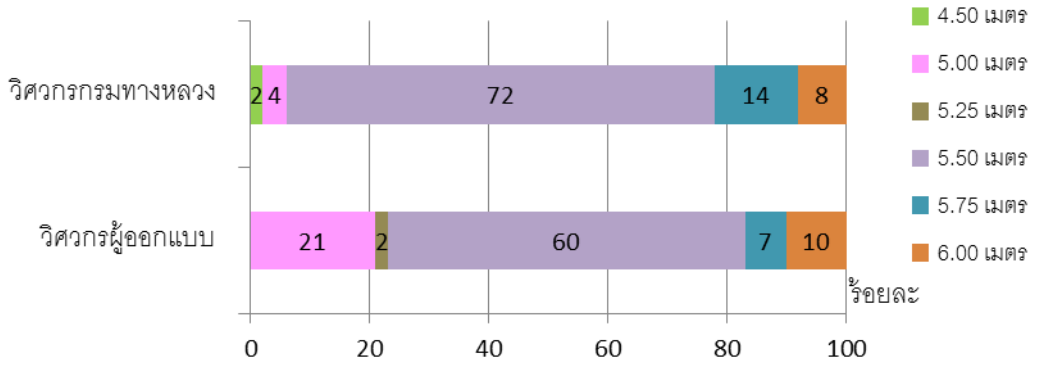
5.) ระยะห่างแนวดิ่ง ทั้งในส่วนของปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่งและค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง วิศวกรทั้ง 2 กลุ่มมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุด ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง (ร้อยละ 35 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 51 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) รองลงมาเป็นชนิดโครงสร้างที่ถนนลอดผ่าน (ร้อยละ 29 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 27 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ร้อยละ 27 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 13 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) ชั้นทาง (ร้อยละ 7 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และร้อยละ 9 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) และปัจจัยอื่นๆ (ร้อยละ 2 เฉพาะวิศวกรในกรมทางหลวง) ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 6-20 ส่วนค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง ก็พบว่าระยะห่างแนวดิ่งของทางหลวงทุกชั้นทางที่เหมาะสมที่สุดคือ 5.50 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในปัจจุบัน (เฉลี่ยร้อยละ 71 สำหรับวิศวกรในกรมทางหลวง และเฉลี่ยร้อยละ 62 สำหรับวิศวกรผู้ออกแบบ) อย่างไรก็ตาม กลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบมีสัดส่วนความคิดเห็นที่ว่า หากระยะห่างแนวดิ่งน้อยกว่า 5.50 เมตร ก็ยังมีความเหมาะสมกับทางหลวงในประเทศไทย (เฉลี่ยร้อยละ 20) มากกว่าวิศวกรในกรมทางหลวง (เฉลี่ยร้อยละ 3) รายละเอียดแสดงในภาพที่ 6-21 ถึงภาพที่ 6-23



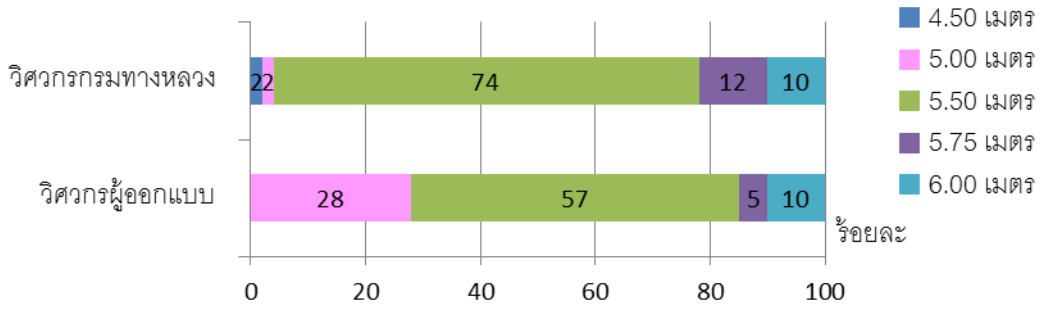
ภาพที่ 6-20 ความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่ง



ภาพที่ 6-21 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นทางพิเศษ



ภาพที่ 6-22 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมา



ภาพที่ 6-23 ความคิดเห็นในเรื่องค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมือง

6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็น

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 6-2 กับความคิดเห็นที่มีต่อมาตรฐานการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ โดยเน้นไปที่ขนาดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท ซึ่งก่อนที่จะนำตัวแปรไปใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอย จะต้องตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปร โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปร หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมากกว่า 0.5 หรือน้อยกว่า -0.5 หมายความว่าตัวแปรทั้ง 2 มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันหรือไม่เป็นอิสระต่อกัน จะต้องเลือกตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งเข้าสมการ จากผลการตรวจสอบในตารางที่ 6-3 พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.5 จำนวน 1 คู่ คือ อายุ (AGE) กับประสบการณ์ในการออกแบบ (EXP) มีค่า 0.789

หลังจากตรวจสอบความเป็นอิสระของตัวแปรแล้ว การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) ที่เป็นลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกร กับตัวแปรตาม (Y) จำนวน 2 ตัวแปร ได้แก่ ความคิดเห็นต่อการกำหนดชั้นทางและความเร็วในการออกแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จะใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิท (Ordered Probit Regression Model) เนื่องจากเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีมากกว่า 1 ตัว และตัวแปรตามเป็นข้อมูลสเกลอันดับ (Ordinal Scale) โดยจะเป็นไปดังสมการที่ 5-1 และ 5-2 ในบทที่ 5 ส่วนการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) ที่เป็นลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกร กับตัวแปรตาม (Y) จำนวน 14 ตัวแปร ได้แก่ ความคิดเห็นต่อขนาดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงในเขตเมือง ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง และระยะความสูงใต้สะพาน จะใช้การวิเคราะห์สมการถดถอยแบบเชิงเส้น เนื่องจากเป็นการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นที่มีมากกว่า 1 ตัว และตัวแปรตามเป็นข้อมูลสเกลอันตรภาค (Interval Scale) โดยจะเป็นไปดังสมการที่ 6-1 ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากสมการถดถอยเหล่านี้ จะสามารถบอกถึงคุณลักษณะของกลุ่มวิศวกรที่มีผลต่อมุมมองในการกำหนดองค์ประกอบในการออกแบบ ตัวอย่างเช่น วิศวกรในกรมทางหลวงกับวิศวกรผู้ออกแบบมีความเห็นแตกต่างกันหรือไม่ สำหรับผลของการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + .. + b_nX_n + \varepsilon \qquad (6\text{-}1)$$

เมื่อ Y = ตัวแปรตาม

X_i = ตัวแปรต้น i

b_i = สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต้น i

ε = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal Distribution)

ตารางที่ 6-2 ตัวแปรต้นที่ใช้หาความสัมพันธ์

ตัวแปร	สัญลักษณ์	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล
อายุ	AGE	อายุ (ปี)	Interval
วุฒิการศึกษาสูงสุด	EDU	1 = ปริญญาโทขึ้นไป, 0 = อย่างอื่น	Nominal
หน่วยงานที่สังกัด	ORG	1 = กรมทางหลวง, 0 = อย่างอื่น	Nominal
ประสบการณ์ในการออกแบบ	EXP	จำนวนปีที่มีส่วนร่วม ในการออกแบบถนน	Interval
ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิต	GEO	1 = เชี่ยวชาญ, 0 = ไม่เชี่ยวชาญ	Nominal
จำนวนโครงการที่มีส่วนร่วม	PRJ	จำนวนโครงการถนนที่มีส่วนร่วม ในการออกแบบ	Interval

ตารางที่ 6-3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต้น

	AGE	EDU	ORG	EXP	GEO	PRJ
AGE	1	0.003	-0.220*	**0.789****	0.230*	0.272**
EDU	0.003	1	0.400**	-0.079	-0.054	-0.032
ORG	-0.220*	0.400**	1	-0.487**	-0.372**	0.053
EXP	**0.789****	-0.079	-0.487**	1	0.377**	0.316**
GEO	0.230*	-0.054	-0.372**	0.377**	1	0.061
PRJ	0.272**	-0.032	0.053	0.316**	0.061	1

หมายเหตุ ** ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และ * ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Chulalongkorn University

6.2.1 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อการกำหนดชั้นทาง

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-4 พบว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องการกำหนดชั้นทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิต นั่นคือ วิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิตยังคงมีความคิดเห็นในแนวโน้มที่ว่าการกำหนดชั้นทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังมีความเหมาะสมกับการออกแบบทางหลวงในประเทศไทย แต่เมื่อพิจารณาความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทางหากมีการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยที่ควรใช้มากที่สุด คือ หน้าที่การใช้งาน รองลงมาคือ ปริมาณการจราจรต่อวัน และ ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) แสดงให้เห็นว่า การใช้ปริมาณการจราจรเพียงอย่างเดียวในการกำหนดชั้นทางอาจไม่เพียงพอ ควรพิจารณาปัจจัยอื่นประกอบไปด้วย

ตารางที่ 6-4 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อการกำหนดชั้นทางที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ตัวแปร	AGE	EDU	ORG	EXP	GEO	PRJ
ค่าสัมประสิทธิ์	0.017	-0.243	-0.074	-0.029	**0.674**	-0.001
p- value	0.497	0.379	0.831	0.343	**0.021**	0.769
ค่าขอบเขต μ_2 = -0.006						
ค่าขอบเขต μ_3 = 0.517						
ค่า -2 Log Likelihood = 175.783						

6.2.2 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อความเร็วในการออกแบบ

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-5 พบว่าไม่มีคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรใดๆ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องการกำหนดความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวงในปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และจากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-6 พบว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ วุฒิการศึกษาสูงสุด (มีผลกับทางหลวงในเขตเมือง) นั่นคือ วิศวกรที่มีระดับการศึกษาสูงๆ มักมีความเห็นว่าควรเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองให้สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังมีประเด็นที่น่าสนใจ คือ หน่วยงานที่สังกัดก็มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบทางหลวงชั้นพิเศษ แม้จะไม่เป็นไปอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ซึ่งสอดคล้องกับผลในภาพที่ 6-7 ที่สัดส่วนของผู้ที่เห็นว่าความเร็ว 120 กม./ชม.เหมาะสมในวิศวกรทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ตารางที่ 6-5 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อการกำหนดความเร็วในการออกแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ตัวแปร	AGE	EDU	ORG	EXP	GEO	PRJ
ค่าสัมประสิทธิ์	-0.003	-0.219	-0. 399	-0.004	0.183	-0.002
p- value	0.909	0.436	0.262	0.883	0.532	0.652
ค่าขอบเขตμ_2 = -1.338						
ค่าขอบเขตμ_3 = -0.699						
ค่า -2 Log Likelihood = 165.493						

ตารางที่ 6-6 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ

ตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกร	ความเร็วที่ใช้ในการออกแบบ		
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงในเขตเมือง
AGE	0.269 (p = 0.195)	-0.022 (p = 0.903)	-0.002 (p = 0.993)
EDU	1.093 (p = 0. 632)	0.383 (p = 0.850)	**4.474 (p = 0.034)**
ORG	-3.289 (p = 0.152)	-0.892 (p = 0.726)	-2.368 (p = 0.367)
EXP	-0.292 (p = 0.234)	0.106 (p = 0.624)	0.109 (p = 0.625)
GEO	2.660 (p = 0.272)	-2.320 (p = 0.281)	-1.429 (p = 0.518)
PRJ	-0.031 (p = 0.422)	-0.026 (p = 0.435)	0.029 (p = 0.414)
ค่าคงที่ของสมการ	111.437	113.242	62.581
ค่า R^2	0.060	0.023	0.077

6.2.3 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อความกว้างช่องจราจร

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-7 พบว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างช่องจราจรอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ หน่วยงานที่สังกัด (มีผลเฉพาะทางหลวงชั้นพิเศษ) ในกรณีของหน่วยงานที่สังกัด วิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบมีความเห็นที่แตกต่างกัน กล่าวคือ วิศวกรผู้ออกแบบส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ควรจะเพิ่มค่าความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นพิเศษให้มากขึ้น ขณะที่วิศวกรในกรมทางหลวงเห็นค่าความกว้างเดิมที่ 3.50 เมตรมีความเหมาะสมอยู่แล้ว นอกจากนี้หน่วยงานที่สังกัดก็ยังมีผลต่อความคิดเห็นในเรื่องความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงแผ่นดินและความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำบนทางหลวงในเขตเมืองไปในทิศทางเดียวกันด้วย

ตารางที่ 6-7 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อความกว้างช่องจราจร

ตัวแปร	ความกว้างช่องจราจร			
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ในเขตเมือง (ขั้นต่ำ)	ในเขตเมือง (สูงสุด)
AGE	-0.001 (p = 0.693)	0.000 (p = 0.731)	0.004 (p = 0.135)	0.000 (p = 0.889)
EDU	-0.009 (p = 0.605)	-0.002 (p = 0.866)	-0.004 (p = 0.882)	-0.021 (p = 0.342)
ORG	**-0.055 (p = 0.013)**	-0.021 (p = 0.178)	-0.058 (p = 0.108)	-0.001 (p = 0.981)
EXP	0.000 (p = 0.864)	-0.001 (p = 0.349)	-0.004 (p = 0.169)	-0.002 (p = 0.309)
GEO	0.025 (p = 0.171)	0.005 (p = 0.705)	-0.023 (p = 0.456)	0.003 (p = 0.889)
PRJ	0.000 (p = 0.290)	0.000 (p = 0.159)	0.000 (p = 0.405)	0.000 (p = 0.700)
ค่าคงที่	3.611	3.550	3.007	3.561
ค่า R^2	0.195	0.110	0.069	0.069

6.2.4 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อความกว้างไหล่ทาง

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-8 พบว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความกว้างไหล่ทางอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ อายุ (มีผลเฉพาะความกว้างขั้นต่ำของทางหลวงแผ่นดิน) วุฒิการศึกษา และ จำนวนโครงการที่มีส่วนร่วม (มีผลกับทางหลวงในเขตเมือง) ในกรณีของวุฒิการศึกษาและจำนวนโครงการที่มีส่วนร่วม วิศวกรผู้จบการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปหรือวิศวกรที่มีส่วนร่วมในการออกแบบโครงการจำนวนมากจะมีความเห็นว่าไหล่ทางของทางหลวงในเขตเมืองไม่จำเป็นที่จะต้องมีความกว้างมากนัก ส่วนกรณีของอายุ วิศวกรที่มีอายุมากจะเห็นว่าควรเพิ่มความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำบนทางหลวงแผ่นดินให้มากขึ้น

ตารางที่ 6-8 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อความกว้างไหล่ทาง

ตัวแปร	ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงประเภทต่างๆ			
	พิเศษ	แผ่นดิน (ขั้นต่ำ)	แผ่นดิน (สูงสุด)	ในเขตเมือง
AGE	0.007 (p = 0.216)	**0.020 (p = 0.027)**	0.003 (p = 0.505)	0.018 (p = 0. 110)
EDU	0.053 (p = 0.384)	-0.025 (p = 0.799)	0.015 (p = 0.776)	**-0.450 (p = 0.000)**
ORG	-0.089 (p = 0.243)	0.020 (p = 0.870)	-0.100 (p = 0.134)	0.184 (p = 0.235)
EXP	-0.006 (p = 0.337)	-0.017 (p = 0.105)	-0.006 (p = 0.271)	-0.015 (p = 0.257)
GEO	0.039 (p = 0.538)	0.096 (p = 0.355)	0.001 (p = 0.983)	-0.026 (p = 0.841)
PRJ	-0.001 (p = 0.198)	0.000 (p = 0.863)	-0.001 (p = 0.279)	**-0.004 (p = 0.090)**
ค่าคงที่	2.812	0.818	2.573	2.105
ค่า R^2	0.066	0.067	0.060	0.189

6.2.5 ความคิดเห็นของวิศวกรที่มีต่อระยะห่างแนวดิ่ง

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6-9 พบว่าคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรที่มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องระยะห่างแนวดิ่งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ได้แก่ วุฒิการศึกษาสูงสุด (มีผลกับทางหลวงทุกชั้นทาง) ประสบการณ์ในการออกแบบ (มีผลกับทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงในเขตเมือง) หน่วยงานที่สังกัด และ ความเชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิต (มีผลเฉพาะทางหลวงในเขตเมือง) ในกรณีของวุฒิการศึกษา ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงจะมีแนวโน้มความคิดเห็นในเรื่องการกำหนดขนาดของระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมให้มีขนาดลดลง ส่วนกรณีของประสบการณ์ในการออกแบบ วิศวกรผู้มีประสบการณ์สูงในการออกแบบจะเห็นว่าค่าระยะห่างแนวดิ่งไม่จำเป็นต้องมากถึง 5.50 เมตร ก็สามารถรองรับความสูงของรถขนาดใหญ่ได้อย่างเพียงพอ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังแสดงให้เห็นว่าวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบมีความคิดเห็นต่อระยะห่างแนวดิ่งของทางหลวงในเขตเมืองที่แตกต่างกัน โดยที่ค่าระยะห่างแนวดิ่งที่เหมาะสมในมุมมองของวิศวกรผู้ออกแบบมีแนวโน้มน้อยกว่าค่าในมุมมองของวิศวกรในกรมทางหลวง

ตารางที่ 6-9 ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรของความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นต่อระยะห่างแนวดิ่ง

ตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกร	ระยะห่างแนวดิ่ง		
	ทางหลวงพิเศษ	ทางหลวงแผ่นดิน	ทางหลวงในเขตเมือง
AGE	0.006 (p = 0.163)	0.007 (p = 0.193)	0.007 (p = 0.223)
EDU	**-0.110 (p = 0.034)**	**-0.175 (p = 0.004)**	**-0.170 (p = 0.006)**
ORG	0.092 (p = 0.157)	0.110 (p = 0.137)	**0.170 (p = 0.027)**
EXP	-0.006 (p = 0.241)	**-0.011 (p = 0.077)**	**-0.012 (p = 0.061)**
GEO	-0.008 (p = 0.883)	0.050 (p = 0.422)	**0.107 (p = 0.097)**
PRJ	0.000 (p = 0.640)	-0.001 (p = 0.345)	-0.001 (p = 0.544)
ค่าคงที่ของสมการ	5.413	5.338	5.269
ค่า R^2	0.108	0.175	0.202

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรลักษณะเฉพาะของวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบกับความคิดเห็นที่มีต่อขนาดองค์ประกอบที่เหมาะสมในการออกแบบทางหลวงแต่ละประเภท จะพบว่าในส่วนของสมการในเรื่องความคิดเห็นต่อการกำหนดชั้นทางและการกำหนดความเร็วในการออกแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งเป็นสมการถดถอยแบบออร์เดอร์โพรบิทนั้น มีค่า -2Log Likelihood เท่ากับ 175.783 และ 165.493 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง จึงไม่แนะนำให้ใช้ 2 สมการนี้มาคาดการณ์ความคิดเห็นของกลุ่มบุคคลอื่นๆ ส่วนสมการที่เหลือซึ่งเป็นสมการถดถอยเชิงเส้น จะทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R^2) ได้ค่าอยู่ระหว่าง 0.023-0.202 ซึ่งค่อนข้างต่ำ นั่นหมายถึงสมการมีความแม่นยำน้อย จึงไม่แนะนำให้ใช้สมการดังกล่าวมาคาดการณ์ค่าของตัวแปรตามในสมการเหล่านั้น

6.3 สรุปผลการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็น

จากการวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็น วิศวกรในกรมทางหลวงมากถึงร้อยละ 71 และ วิศวกรผู้ออกแบบมากถึงร้อยละ 65 มีความเห็นว่าควรปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน โดยที่วิศวกรในกรมทางหลวงเห็นว่าองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุงมากที่สุด คือ ความเร็วในการออกแบบ รองลงมาเป็นการกำหนดชั้นทาง ความกว้างไหล่ทาง ความกว้างช่องจราจร ระยะห่างแนวดิ่ง และองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ประเภทเกาะกลาง ความชันด้านข้างของถนน จุดกลับรถ ในขณะที่วิศวกรผู้ออกแบบเห็นว่าองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุงมากที่สุด คือ ความเร็วในการออกแบบเช่นกัน รองลงมาเป็น ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง การกำหนดชั้นทาง องค์ประกอบอื่นๆ และระยะห่างแนวดิ่ง

นอกจากนี้ หากพิจารณาแต่ละองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ จะพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังคงมีความเห็นว่าการกำหนดชั้นทางและการกำหนดความเร็วในการออกแบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันยังคงมีความเหมาะสม และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทางและความเร็วในการออกแบบมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ หน้าที่การใช้งาน ปริมาณการจราจรต่อวัน และลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ในขณะที่ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างช่องจราจรและความกว้างไหล่ทางมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้บนทางหลวง ความเร็วในการออกแบบ และปริมาณการจราจรต่อวัน ส่วนปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่งมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้บนทางหลวง ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน และลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) และเมื่อพิจารณาถึงค่าของแต่ละองค์ประกอบที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ก็ยังคงมีความเห็นว่า ค่าขององค์ประกอบในทางหลวงแต่ละชั้นทางที่กำหนดใช้ในมาตรฐานปัจจุบันยังคงมีความเหมาะสมอยู่ ยกเว้นค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นทางพิเศษและค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำบนทางหลวงแผ่นดินที่วิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าควรเพิ่มค่าเป็น 120 กม./ชม. และ 1.50 เมตร ตามลำดับ รวมไปถึงค่าความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นทางพิเศษที่วิศวกรผู้ออกแบบส่วนใหญ่เห็นว่าควรเพิ่มเป็น 3.60 เมตร จากเดิม 3.50 เมตร

ในส่วนของการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของวิศวกรกับความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบในมาตรฐานการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ พบว่า 1) ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิตมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องการกำหนดชั้นทาง 2) วุฒิการศึกษาสูงสุดของวิศวกรมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องค่าความเร็วที่ใช้ออกแบบ 3) หน่วยงานที่สังกัดมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องความกว้างช่องจราจร 4) อายุ วุฒิการศึกษาสูงสุด และ จำนวนโครงการที่มีส่วนร่วมในการออกแบบ มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องความกว้างไหล่ทาง และ 5) วุฒิการศึกษาสูงสุด ประสบการณ์ในการออกแบบ หน่วยงานที่สังกัด และความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิต มีผลกระทบต่อความคิดเห็นในเรื่องระยะความสูงใต้สะพาน

Chulalongkorn University

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษา

ในบทนี้ จะนำเสนอผลสรุปจากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ และจากการศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง วิศวกรผู้ออกแบบ และผู้ใช้ทาง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ รวมไปถึงแนวทางการวิจัยในอนาคต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.1 สรุปผลการศึกษา

7.1.1 ผลการศึกษาการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ

การกำหนดชั้นทางเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการออกแบบทางเรขาคณิต ที่จะทำให้สามารถออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทางได้อย่างเหมาะสม จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ สามารถจำแนกได้เป็น 4 วิธี คือ 1) กำหนดตามรูปแบบการใช้งาน 2) กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน 3) กำหนดตามลักษณะหน้าตัดของถนน และ 4) กำหนดโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกัน การกำหนดชั้นทางทั้ง 4 วิธีนี้ต่างมีลักษณะเฉพาะ ข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย หากต้องการที่จะใช้ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันในการกำหนดชั้นทางต่อไป การหาค่าดังกล่าวจะต้องมีความแม่นยำ จึงจะสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของทางหลวงและระดับการให้บริการที่กำหนดไว้ และต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงเวลาด้วย เช่น ช่วงเช้าและเย็นในแต่ละวัน ช่วงวันทำงานและวันหยุด เป็นต้น

การกำหนดความเร็วในการออกแบบอันเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการออกแบบองค์ประกอบต่างๆของถนน โดยเฉพาะการออกแบบแนวทางราบ แนวทางดิ่ง และระยะมองเห็น ส่วนใหญ่มักจะใช้การกำหนดชั้นทางเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความเร็วในการออกแบบ จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ ค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดของประเทศไทย (110 กม./ชม.) มีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ซึ่งอาจไม่สอดคล้องสภาวะการขับขี่บนทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบัน น่าจะสามารถเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดได้อีก โดยเฉพาะในชั้นทางพิเศษที่รองรับปริมาณการจราจรมากกว่าทางหลวงประเภทอื่นๆ

การกำหนดความกว้างช่องจราจรมีปัจจัยสำคัญที่ใช้การพิจารณาประกอบด้วย ประเภทของทางหลวง ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน และ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รวมไปถึงความเร็วในการออกแบบสำหรับบางประเทศ จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างช่องจราจรของประเทศต่างๆ พบว่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย (3.50 เมตร) จะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซียที่มีค่าเท่ากัน หากต้องการจะปรับค่าความกว้างช่องจราจรสูงสุดของประเทศไทย ก็อาจจะต้องพิจารณาการปรับค่าความเร็วในการออกแบบไปด้วยพร้อมกัน เพื่อให้เกิดความสอดคล้องในการขับขี่

การกำหนดความกว้างไหล่ทางจะมีปัจจัยในพิจารณาที่ใกล้เคียงกับการกำหนดช่องจราจร แต่ก็ต้องเพิ่มการพิจารณาถึงการใช้ประโยชน์อื่นๆในพื้นที่ไหล่ทางด้วย จากการเปรียบเทียบค่าความกว้างไหล่ทางของประเทศต่างๆ พบว่าความกว้างไหล่ทางสูงสุดของประเทศไทย (3.00 เมตร สำหรับทางพิเศษ) จะมีค่าต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซียที่มีค่าเท่ากัน

การกำหนดระยะห่างแนวดิ่งเป็นการกำหนดระยะห่างระหว่างผิวทางกับสิ่งกีดขวางเหนือช่องจราจรเพื่อความปลอดภัยในการใช้ทางหลวง จากการเปรียบเทียบค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระยะห่างแนวดิ่งในประเทศต่างๆ พบว่าระยะห่างแนวดิ่งในประเทศไทย (5.50 เมตร สำหรับทางหลวงทุกชั้นทาง) มีค่าสูงกว่าประเทศอื่นๆยกเว้น สหราชอาณาจักร (ค่าสูงสุดคือ 6.45 เมตร ไม่รวมค่าปรับแก้โค้งดิ่งหงาย)

จะเห็นได้ว่า ค่าองค์ประกอบหลักในการออกแบบที่เป็นลักษณะเฉพาะของทางหลวงในประเทศไทย ล้วนมีแนวโน้มที่ต่ำกว่าของประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและประเทศมาเลเซีย แต่ในส่วนของระยะห่างแนวดิ่ง จะมีค่าที่สูงกว่าประเทศอื่นๆยกเว้นสหราชอาณาจักร หากจะมีการปรับเปลี่ยนค่าองค์ประกอบหลักดังกล่าวในมาตรฐานทางหลวงของประเทศไทย ก็ต้องพิจารณาอย่างครอบคลุม ทั้งปัจจัยในการกำหนดแต่ละองค์ประกอบ สภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ทาง รูปแบบและสมรรถนะของยานพาหนะที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบัน รวมไปถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนต่อองค์ประกอบอื่นๆด้วย

7.1.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง วิศวกรในกรมทางหลวง และ วิศวกรผู้ออกแบบ

จากการสำรวจและวิเคราะห์ทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง วิศวกรในกรมทางหลวง และ วิศวกรผู้ออกแบบ ในบทที่ 5 และบทที่ 6 จะพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในทุกๆกลุ่มมีความเห็นให้ควรปรับปรุงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทยในปัจจุบัน และเห็นตรงกันว่าองค์ประกอบทางเรขาคณิตของถนนที่ควรปรับปรุงมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง คือ ความเร็วในการออกแบบ ส่วนในอันดับรองลงมาก็จะแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม โดยในกลุ่มผู้ใช้ทาง อันดับรองลงมาเป็นความกว้างไหล่ทาง ความกว้างช่องจราจร ระยะความสูงใต้สะพาน และองค์ประกอบอื่นๆ ในขณะที่กลุ่มวิศวกรในกรมทางหลวง อันดับรองลงมาจะเป็นการกำหนดชั้นทาง ความกว้างไหล่ทาง ความกว้างช่องจราจร ระยะห่างแนวดิ่ง และองค์ประกอบอื่นๆ และในกลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบอันดับรองลงมาเป็น ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง การกำหนดชั้นทาง องค์ประกอบอื่นๆ และระยะห่างแนวดิ่งตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่กลับมีความเห็นว่าค่าของแต่ละองค์ประกอบในปัจจุบันยังคงมีความเหมาะสม ถึงกระนั้น ในกลุ่มผู้ใช้ทางยังมีผู้ที่ต้องการให้ปรับปรุงในสัดส่วนที่มากกว่าร้อยละ 10 ทุกกรณี ถึงแม้ส่วนใหญ่จะยังเห็นว่าค่าเดิมยังคงเหมาะสมก็ตาม ซึ่งผู้ที่ต้องการให้ปรับปรุงมีความเห็น

ให้ควรปรับเปลี่ยนค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดบนทางหลวงพิเศษมากกว่าทางหลวงประเภทอื่น เพิ่มความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำในเขตเมือง และควรปรับความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำให้กว้างกว่า 1 เมตร ในขณะที่กลุ่มวิศวกรก็มีความเห็นว่าค่าขององค์ประกอบในทางหลวงแต่ละชั้นทางที่กำหนดใช้ในมาตรฐานปัจจุบันยังคงมีความเหมาะสมอยู่ ยกเว้นค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นทางพิเศษและค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำบนทางหลวงแผ่นดินที่วิศวกรส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าควรเพิ่มค่าเป็น 120 กม./ชม. และ 1.50 เมตร ตามลำดับ รวมไปถึงค่าความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นทางพิเศษที่วิศวกรผู้ออกแบบส่วนใหญ่เห็นว่าควรเพิ่มเป็น 3.60 เมตร จากเดิม 3.50 เมตร

สำหรับความคิดเห็นในเรื่องปัจจัยที่ใช้ในการกำหนดซึ่งสอบถามเฉพาะวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบเท่านั้น พบว่าปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทางและความเร็วในการออกแบบมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ หน้าที่การใช้งาน ปริมาณการจราจรต่อวัน และลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ในขณะที่ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความกว้างช่องจราจรและความกว้างไหล่ทางมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้บนทางหลวง ความเร็วในการออกแบบ และปริมาณการจราจรต่อวัน ส่วนปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่งมากสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้บนทางหลวง ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน และลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง)

ในส่วนของการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามกับความคิดเห็นที่มีต่อองค์ประกอบในมาตรฐานการออกแบบทางหลวงประเภทต่างๆ ในกลุ่มผู้ใช้ทาง พบว่าการขับขี่ผ่านเขตชนบทเป็นประจำและอายุมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในการเลือกค่าขององค์ประกอบในการออกแบบที่เหมาะสมมากที่สุด รองลงมาเป็นประเภทของรถที่ขับประจำ และ ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการขับขี่ ส่วนในกลุ่มวิศวกร พบว่าวุฒิการศึกษาสูงสุดของวิศวกรมีผลกระทบต่อความคิดเห็นในการเลือกค่าขององค์ประกอบในการออกแบบที่เหมาะสมมากที่สุด รองลงมาเป็นหน่วยงานที่สังกัด ประสบการณ์ในการออกแบบ และ ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบทางเรขาคณิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.3 ประมวลผลการศึกษา

จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง ผู้ออกแบบ และผู้ใช้ทาง ผู้วิจัยสามารถประมวลผลการพิจารณาตรวจสอบการกำหนดชั้นทางและองค์ประกอบสำคัญในการออกแบบทางเรขาคณิตสำหรับทางหลวงในประเทศไทย โดยแบ่งเป็นประเด็นต่างๆได้ดังนี้

การกำหนดชั้นทางของทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบันที่กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวันเพียงอย่างเดียวนั้น อาจจะไม่เพียงพอต่อการออกแบบให้มีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆอยู่แล้วในขั้นตอนการออกแบบก็ตาม หากยกตัวอย่างเป็นถนนสองสายที่กำหนดให้รองรับปริมาณการจราจรได้เท่ากันแต่ตัดผ่านพื้นที่ที่ต่างกัน (ชนบท/ในเมือง) หรือ มีหน้าที่การใช้งานที่ต่างกัน ค่าและลักษณะขององค์ประกอบต่างๆในการออกแบบก็ควรจะมีความแตกต่างกัน

และสอดคล้องกับปัจจัยเหล่านั้นด้วย ซึ่งปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการกำหนดชั้นทางนั้นจะสะท้อนถึงมุมมองและความสำคัญที่หน่วยงานผู้กำหนดนโยบายหรือมาตรฐานต้องการให้ถนนในความดูแลของตนมีลักษณะการใช้งานเช่นไร และเป็นตัวกำหนดขอบเขตให้ผู้ใช้นโยบายหรือมาตรฐานเหล่านี้ในการออกแบบสามารถออกแบบได้สอดคล้องกับแนวคิดของหน่วยงานนั้นๆ นอกจากนี้ การกำหนดชั้นทางโดยใช้มากกว่า 1 ปัจจัยในการพิจารณาจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนโครงข่ายของถนนให้เป็นระบบที่ชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงหน้าที่การใช้งานของถนนแต่ละสาย

สำหรับการกำหนดองค์ประกอบในการออกแบบทางหลวงของประเทศไทย ผู้วิจัยได้พิจารณา 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความเร็วในการออกแบบ ความกว้างช่องจราจร ความกว้างไหล่ทาง และระยะห่างแนวดิ่ง เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สามารถนำไปกำหนดเป็นลักษณะเฉพาะของทางหลวงในแต่ละชั้นทางได้อย่างชัดเจนทั้งในมุมมองของผู้ออกแบบและผู้ใช้ทาง ซึ่งค่าขององค์ประกอบเหล่านี้ยกเว้นระยะห่างแนวดิ่งมีแนวโน้มค่อนข้างจะต่ำกว่าของประเทศอื่นๆที่ศึกษามา ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังคงเห็นว่าค่าขององค์ประกอบเกือบทุกตัวยังคงมีความเหมาะสมกับการขับขี่ในปัจจุบัน โดยในส่วนของความเร็วในการออกแบบนั้น พบว่าค่าสูงสุดของประเทศไทย (110 กม./ชม.) ต่ำกว่าของประเทศอื่น อีกทั้งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังมีความเห็นให้ควรเพิ่มค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นพิเศษซึ่งเป็นชั้นสูงสุดด้วย จึงควรพิจารณาปรับปรุงค่าดังกล่าวให้สอดคล้องกับสภาพการขับขี่ในปัจจุบัน ในขณะที่ความกว้างช่องจราจรก็ควรพิจารณาปรับปรุงด้วยเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากการเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ ซึ่งมีค่าสูงสุดน้อยกว่าของหลายประเทศ และความคิดเห็นส่วนใหญ่ของวิศวกรผู้ออกแบบที่มีความเห็นว่าควรเพิ่มความกว้างช่องจราจรของทางหลวงชั้นพิเศษให้เป็น 3.60 เมตร อีกทั้งยังมีประเด็นเกี่ยวกับระยะเว้นว่างจากตัวรถถึงขอบช่องจราจรของประเทศไทยที่มีค่าน้อยกว่าของประเทศอื่นๆด้วย ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาความกว้างช่องจราจรกับความเร็วในการออกแบบร่วมกัน พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ดังจะเห็นได้จากค่าของทั้ง 2 องค์ประกอบที่น้อยกว่าของประเทศอื่นๆเหมือนกัน ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเห็นให้ปรับปรุงค่าความกว้างช่องจราจรของทางหลวงชั้นพิเศษซึ่งก็ต้องการให้ปรับค่าความเร็วในการออกแบบด้วยเช่นกัน ฉะนั้นการปรับปรุงความเร็วในการออกแบบหรือความกว้างช่องจราจรก็ควรจะพิจารณาอีกองค์ประกอบพร้อมกัน การเพิ่มความกว้างช่องจราจรจะทำให้ระยะเว้นว่างจากตัวรถถึงขอบช่องจราจรมากขึ้น ผู้ขับขี่รู้สึกปลอดภัยมากขึ้น และจะใช้ความเร็วได้สูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนกรณีความกว้างไหล่ทางนั้น พบว่าความกว้างขั้นต่ำมีค่าต่ำกว่าของหลายๆประเทศ อีกทั้งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ก็มีความเห็นให้เพิ่มค่าดังกล่าวด้วย ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านได้ให้เหตุผลว่าเพื่อเพิ่มความสะดวกในการจอดรถบนไหล่ทางในกรณีฉุกเฉินและให้รถจักรยานหรือรถจักรยานยนต์วิ่งบนไหล่ทางได้ จึงควรพิจารณาเพิ่มค่าความกว้างขั้นต่ำให้สอดคล้องกับการใช้งานในประเทศไทย ส่วนกรณีระยะห่างแนวดิ่ง พบว่าค่าที่ใช้ออกแบบในปัจจุบัน (5.50 เมตร) เหมาะสมแล้ว ขาดแค่เพียงการติดตั้งป้ายเตือนบอกค่าระยะห่างแนวดิ่งให้ตรงกับค่าระยะห่างแนวดิ่งที่แท้จริงบนทางหลวงเท่านั้น

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำตารางสรุปผลการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆดังตารางที่ 7-1

ตารางที่ 7-1 สรุปผลการศึกษาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ

องค์ประกอบในการออกแบบ	การเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ	งานวิจัยด้านความปลอดภัย	ความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง	ความคิดเห็นของวิศวกรผู้ออกแบบทางหลวง (จากบริษัทที่ปรึกษา)	ความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง
การกำหนดชั้นทาง	- การกำหนดโดยใช้หน้าที่การใช้งาน พบในสหรัฐอเมริกา และสาธารณรัฐเกาหลี - การกำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวัน พบใน สาธารณรัฐประชาชนจีน คาซักสถาน มองโกเลีย และ ประเทศไทย - การกำหนดโดยใช้ลักษณะหน้าตัดของถนน พบใน สหราชอาณาจักร - การกำหนดชั้นทางโดยใช้มากกว่า 1 หลักเกณฑ์ประกอบกันพบในมาเลเซีย	-	โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53) มีความเห็นว่าการกำหนดชั้นทางในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม อย่างไรก็ตาม หากมีการปรับปรุงการกำหนดชั้นทาง ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ หน้าที่การใช้งาน รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน และ ลักษณะเขตที่ตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60) มีความเห็นว่าการกำหนดชั้นทางในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสมอย่างไรก็ตาม หากมีการปรับปรุงการกำหนดชั้นทาง ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ หน้าที่การใช้งาน รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน และ ลักษณะเขตที่ตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ตามลำดับ	-

องค์ประกอบในการออกแบบ	การเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ	งานวิจัยด้านความปลอดภัย	ความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง	ความคิดเห็นของวิศวกรผู้ออกแบบทางหลวง (จากบริษัทที่ปรึกษา)	ความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง
ความเร็วในการออกแบบ	- โดยทั่วไป จะกำหนดโดยใช้ใช้ปัจจัยเดียวกับการกำหนดชั้นทาง ยกเว้นบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และประเทศไทยที่กำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวันประกอบกับลักษณะภูมิประเทศ เป็นต้น -ค่าความเร็วในการออกแบบสูงสุดของประเทศไทยอยู่ที่ 110 กม./ชม.ซึ่งน้อยกว่าประเทศอื่นๆ	การลดความเร็วที่ใช้บนท้องถนนมีผลต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุที่ลดลงอย่างมาก จากการศึกษาของ Elvik พบว่าทุกๆความเร็วที่ลดลงไป 10 กม./ชม. จะสามารถลดการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างน้อยร้อยละ 18 และมากสุดถึงร้อยละ 42 โดยเฉพาะในช่วง 80 กม./ชม.ขึ้นไป จะลดการเกิดอุบัติเหตุได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 31	โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 53) มีความเห็นว่าค่าความเร็วในการออกแบบที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสมอย่างไรก็ตาม หากพิจารณาลงไปในแต่ละชั้นทาง จะพบว่าวิศวกรร้อยละ 45 มีความเห็นให้เพิ่มความเร็วสูงสุดในการออกแบบทางหลวงชั้นพิเศษเป็น 120 กม./ชม. และหากมีการปรับปรุงการกำหนดความเร็วในการออกแบบ ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ หน้าที่การใช้งาน รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน ลักษณะเขตที่ตัดผ่าน(ชนบท/ในเมือง) ลักษณะภูมิประเทศ และ ความเร็วจำกัดตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72) มีความเห็นว่าค่าความเร็วในการออกแบบที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสมอย่างไรก็ตาม หากพิจารณาลงไปในแต่ละชั้นทาง จะพบว่า วิศวกรร้อยละ 70 มีความเห็นให้เพิ่มความเร็วสูงสุดในการออกแบบทางหลวงชั้นพิเศษเป็น 120 กม./ชม. และหากมีการปรับปรุงการกำหนดความเร็วในการออกแบบ ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ หน้าที่การใช้งาน รองลงมา คือ ลักษณะเขตที่ตัดผ่าน(ชนบท/ในเมือง) ปริมาณการจราจรต่อวัน ลักษณะภูมิประเทศ และ ความเร็วจำกัด ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 70) มีความเห็นว่าค่าความเร็วในการออกแบบที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม

องค์ประกอบในการออกแบบ	การเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ	งานวิจัยด้านความปลอดภัย	ความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง	ความคิดเห็นของวิศวกรผู้ออกแบบทางหลวง (จากบริษัทที่ปรึกษา)	ความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง
ความกว้างช่องจราจร	ในประเทศไทยกำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวันประกอบกับประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 3.50 เมตร ซึ่งน้อยกว่าประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและมาเลเซีย	- การเพิ่มความกว้างช่องจราจร 0.3-0.5 เมตร จะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ร้อยละ 4 ลดอุบัติเหตุบริเวณทางโค้งได้ร้อยละ 8 แต่จะเพิ่มอุบัติเหตุบริเวณทางตรง ร้อยละ 19 - การขยายความกว้างช่องจราจรจากที่แคบกว่ามาตรฐานให้ได้ตามมาตรฐานจะลดอุบัติเหตุโดยรวมในเขตชนบทได้ร้อยละ 5 แต่จะเพิ่มอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บบนท้องถนนในเขตชนบทร้อยละ 9 และในเขตเมืองร้อยละ 14 - ค่าความกว้างช่องจราจรที่เปลี่ยนไป ยังเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลต่อการประเมินสภาพความปลอดภัยทางถนนของผู้ขับขี่ร่วมกับความยากลำบากในการขับขี่ และ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติเหตุ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 81) มีความเห็นว่าค่าความกว้างช่องจราจรที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสมและปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง และ ความเร็วในการออกแบบ รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน และ ชั้นทางตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าค่าความกว้างช่องจราจรที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม<u>ยกเว้นความกว้างช่องจราจรของทางหลวงชั้นพิเศษ</u> ซึ่งวิศวกรร้อยละ 51 มีความเห็นให้เพิ่มเป็น 3.60 เมตร จากเดิม 3.50 เมตร และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รองลงมา คือ ความเร็วในการออกแบบ ปริมาณการจราจรต่อวัน และ ชั้นทาง ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 80) มีความเห็นว่าค่าความกว้างช่องจราจรที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม

องค์ประกอบในการออกแบบ	การเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ	งานวิจัยด้านความปลอดภัย	ความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง	ความคิดเห็นของวิศวกรผู้ออกแบบทางหลวง (จากบริษัทที่ปรึกษา)	ความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง
ความกว้างไหล่ทาง	ในประเทศไทยกำหนดโดยใช้ปริมาณการจราจรต่อวันประกอบกับประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 3.00 เมตร ซึ่งน้อยกว่าประเทศอื่นๆ ยกเว้นสาธารณรัฐเกาหลีและมาเลเซีย	- การเพิ่มความกว้างไหล่ทางมีผลทำให้อุบัติเหตุลดลงในกรณีของทางหลวงท้องถิ่นจะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ร้อยละ12และลดอุบัติเหตุที่มีผู้บาดเจ็บได้ร้อยละ 18ส่วนกรณีของทางพิเศษจะลดอุบัติเหตุโดยรวมได้ถึงร้อยละ27 อย่างไรก็ตามไหล่ทางของทางพิเศษที่มีความกว้างมากๆก็อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นเมื่อผู้ขับขี่ใช้ไหล่ทางเป็นช่องจราจรแทน หรือไหล่ทางไม่ได้ยาวต่อเนื่องกัน - ค่าความกว้างไหล่ทางที่เปลี่ยนไป ยังส่งผลต่อการประเมินสภาพความปลอดภัยทางถนนของผู้ขับขี่ด้วย	โดยส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าค่าความกว้างไหล่ทางที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม ยกเว้นความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำของทางหลวงแผ่นดิน ซึ่งวิศวกรร้อยละ 45 มีความเห็นให้เพิ่มเป็น 1.50 เมตร จากเดิม 1 เมตร และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน ความเร็วในการออกแบบ และ ชั้นทาง ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ มีความเห็นว่าค่าความกว้างไหล่ทางที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม ยกเว้นความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำของทางหลวงแผ่นดิน ซึ่งวิศวกรร้อยละ 40 มีความเห็นให้เพิ่มเป็น 1.50 เมตร จากเดิม 1 เมตร และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รองลงมา คือ ปริมาณการจราจรต่อวัน ความเร็วในการออกแบบ และ ชั้นทาง ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 70) มีความเห็นว่าค่าความกว้างช่องจราจรที่อยู่ในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสมอย่างไรก็ตาม สัดส่วนผู้ที่ต้องการให้เพิ่มความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำ (เดิม 1.00 ม.) มีมากถึงร้อยละ 42

องค์ประกอบในการออกแบบ	การเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศ	งานวิจัยด้านความปลอดภัย	ความคิดเห็นของวิศวกรในกรมทางหลวง	ความคิดเห็นของวิศวกรผู้ออกแบบทางหลวง (จากบริษัทที่ปรึกษา)	ความคิดเห็นของผู้ใช้ทาง
ระยะห่างแนวดิ่ง	ในประเทศไทยกำหนดโดยใช้ประเภทของทางหลวงประกอบกับประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 5.50 เมตร ซึ่งมากกว่าประเทศอื่นๆ ยกเว้นสหราชอาณาจักร	-	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 71) มีความเห็นว่าค่าระยะห่างแนวดิ่งที่กำหนดโดยกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รองลงมา คือ ความเร็วในการออกแบบ และ ปริมาณการจราจรต่อวัน ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 62) มีความเห็นว่าค่าระยะห่างแนวดิ่งที่กำหนดโดยกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม และปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดมากที่สุด คือ ประเภทยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง รองลงมา คือ ความเร็วในการออกแบบ และ ปริมาณการจราจรต่อวัน ตามลำดับ	โดยส่วนใหญ่ (เฉลี่ยประมาณร้อยละ 87) มีความเห็นว่าค่าระยะห่างแนวดิ่งที่กำหนดโดยกรมทางหลวงยังมีความเหมาะสม

7.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษามาตรฐานทางหลวงของประเทศต่างๆ และจากการศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยแบ่งตามประเด็นดังต่อไปนี้

7.2.1 การกำหนดชั้นทาง

- ควรมีการปรับปรุงค่าปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวันในแต่ละชั้นทางให้สอดคล้องกับปริมาณการจราจรในปัจจุบัน หากยังใช้เป็นปัจจัยในการกำหนดชั้นทาง
- จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 6 หัวข้อที่ 6.1.2 ควรพิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วยในการกำหนดชั้นทาง โดยเฉพาะลักษณะหน้าที่การใช้งาน และลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบทหรือในเมือง) ถึงแม้จะมีการกำหนดทางหลวงในเขตเมืองในมาตรฐานชั้นทางของกรมทางหลวง แต่ก็ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยอื่นๆเลย ทั้งนี้ การพิจารณาหลายปัจจัยในการกำหนดชั้นทางจะทำให้ทางหลวงแต่ละชั้นทางสามารถตอบสนองการใช้งานในแต่ละพื้นที่ได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้นและมีขอบเขตในการออกแบบที่ครอบคลุมและชัดเจน

7.2.2 การกำหนดความเร็วในการออกแบบ

- ควรพิจารณาปัจจัยอื่นเพิ่มเติมในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ โดยเฉพาะลักษณะหน้าที่การใช้งานของทางหลวงที่ถูกกำหนดจากความคล่องตัวในการเดินทาง (Mobility) กับ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ (Accessibility) ซึ่ง 2 ปัจจัยนี้สัมพันธ์กับการใช้ความเร็วบนทางหลวงอย่างชัดเจน ดังจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 6 หัวข้อที่ 6.1.2
- ควรมีการปรับปรุงค่าความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นทางพิเศษซึ่งเป็นชั้นทางสูงสุดจากเดิม 110 กม./ชม. ให้เป็น 120 กม./ชม. ดังจะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 6 หัวข้อที่ 6.1.2 ซึ่งทั้งวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะการขับขี่บนทางหลวงของประเทศไทยในปัจจุบัน และสอดคล้องกับมาตรฐานในต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศมาเลเซียที่เป็นประเทศเพื่อนบ้าน

7.2.3 การกำหนดความกว้างช่องจราจร

- จากความคิดเห็นส่วนใหญ่ของวิศวกรผู้ออกแบบ ควรพิจารณาการปรับปรุงค่าความกว้างของช่องจราจรบนทางหลวงชั้นทางพิเศษจากเดิม 3.50 เมตร ให้เป็น 3.60 เมตร โดยคำนึงถึงประเภทยานพาหนะที่ใช้บนทางหลวง ความเร็วในการออกแบบ และปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน
- จากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 5 หัวข้อที่ 5.2.2 ที่แสดงให้เห็นว่าผู้ขับขี่บนทางหลวงแผ่นดินที่มีประสบการณ์น้อยจะต้องการความกว้างช่องจราจรที่กว้างขึ้น เพื่อให้มีพื้นที่ใน

การควบคุมรถเพียงพอ การกำหนดความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงแผ่นดินจึงควรคำนึงถึงผู้ใช้ทางกลุ่มนี้ด้วยเช่นกัน

7.2.4 การกำหนดความกว้างไหล่ทาง

- ควรมีการปรับปรุงค่าความกว้างไหล่ทางขั้นต่ำบนทางหลวงแผ่นดินจากเดิม 1.00 เมตร ให้เป็น 1.50 เมตร ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านได้ให้เหตุผลว่าเพื่อเพิ่มความสะดวกในการจอดรถบนไหล่ทางในกรณีฉุกเฉินและให้รถจักรยานหรือรถจักรยานยนต์วิ่งบนไหล่ทางได้ และจากผลการวิเคราะห์ในบทที่ 5 หัวข้อที่ 5.2.3 จะเห็นได้ว่าผู้ขับขี่รถขนาดใหญ่ต้องการความกว้างไหล่ทางมากกว่าเดิม และความกว้างไหล่ทางมีผลกระทบต่อการใช้ความเร็วของผู้ขับขี่

7.2.5 ข้อเสนอแนะอื่นๆ จากผู้ตอบแบบสอบถาม

- หากมีการเสริมผิวถนนแล้วทำให้ค่าระยะห่างแนวดิ่งลดลง ก็ควรจะติดตั้งป้ายเตือนบอกค่าระยะห่างแนวดิ่งให้ตรงกับค่าระยะห่างแนวดิ่งที่แท้จริง เพื่อป้องกันไม่ให้ยานพาหนะที่มีความสูงเกินลอดผ่านโครงสร้างนั้น
- ควรมีการปรับปรุงการออกแบบองค์ประกอบที่ไม่ใช่ทางเรขาคณิต เช่น ผิวจราจร ป้ายจราจร สัญญาณจราจร ไฟส่องสว่าง เป็นต้น เนื่องจากส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการขับขี่ด้วยเช่นกัน

7.3 แนวทางการวิจัยในอนาคต

วิทยานิพนธ์นี้มีข้อจำกัดทั้งในส่วนของการศึกษามาตรฐานทางหลวงในประเทศต่างๆ คือ บางมาตรฐานอาจไม่ใช่มาตรฐานที่ใช้ล่าสุด อีกทั้งการเปรียบเทียบนโยบายการกำหนดและค่าขององค์ประกอบทำได้ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากแต่ละมาตรฐานก็มีหลักเกณฑ์ที่ใช้แตกต่างกันและในส่วนของการศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยกรณีผู้ใช้ทาง ผู้ตอบแบบสอบถามบางท่านอาจจะไม่รู้สึกหรือไม่ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงขนาดขององค์ประกอบในการออกแบบ เช่น ช่องจราจรกว้าง 3.5 เมตรแตกต่างจากช่องจราจรกว้าง 3 เมตรแค่ไหน อย่างไร รวมไปถึงความแตกต่างของถนนว่าเป็นของหน่วยงานใด ส่วนกรณีวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ จะเน้นการสอบถามปัจจัยที่ใช้และค่าที่เหมาะสมกับทางหลวงแต่ละชั้นทาง ไม่ได้เจาะลึกไปถึงเหตุผลที่ปัจจัยหรือค่าเหล่านั้นเหมาะสม และอาจไม่สอดคล้องกับการออกแบบจริงที่จะมักมีข้อจำกัดต่างๆทำให้ไม่สามารถออกแบบตามมาตรฐานได้ รวมไปถึงการวิเคราะห์ในกรณีที่ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกมากกว่า 1 ปัจจัยในการกำหนด ซึ่งทำได้ยากและซับซ้อนกว่าการวิเคราะห์แบบพิจารณาเป็นรายตัวแปรดังที่ปรากฏในบทที่ 6

สำหรับแนวทางการวิจัยในอนาคต มีดังต่อไปนี้

- ศึกษาการกำหนดองค์ประกอบในการออกแบบทางเรขาคณิตอื่น ๆ เช่น ความลาดชัน ชนิดและความกว้างเกาะกลาง เป็นต้น ทั้งจากมาตรฐานทางหลวงในต่างประเทศและจากการสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบ
- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในการออกแบบทางเรขาคณิต และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าหรือลักษณะขององค์ประกอบใดๆ
- ศึกษาขั้นตอนและการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยในการออกแบบทางหลวงของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เช่น กรมทางหลวงชนบท การทางพิเศษแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร เป็นต้น
- ทดสอบการขับขี่บนทางหลวงชั้นทางต่างๆของไทย (ขับขี่บนทางหลวงจริงหรือขับขี่ผ่านการจำลอง) เพื่อศึกษาการตอบสนองของผู้ขับขี่บนทางหลวงชั้นทางต่างๆ โดยพัฒนาจากงานวิจัยของ Lewis-Evans et al. (2005) และ Ben-Bassat et al. (2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมทางหลวง, 2553. มาตรฐานชั้นทาง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.doh.go.th/content.aspx?c_id=5&sc_id=16 [2557, 17 เมษายน]

คณะกรรมการกฤษฎีกา, สำนัก. 2552. กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2552) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. 2522. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://law.longdo.com/law/62/sub1142 [2557, พฤษภาคม 31]

ภาษาอังกฤษ

AASHOTO, 2004. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (5th ed.). Washington D.C. : American Association of State Highway and Transportation Officials.

ASEAN, 2014. Annex B ASEAN Highway Standards. [online]. Available from : http://www.asean.org/communities/asean-economic-community/item/annex-b-asean-highway-standards [2014, June 30]

Ben-Bassat, T. and Shinar, D., 2011. Effect of shoulder width, guardrail and roadway geometry on driver perception and behavior. Accident Analysis and Prevention 43 : 2142-2152.

Butcher, L., 2009. Lorry Sizes and Weights. [online]. Available from : http://www.parliament.uk/briefing-papers/SN00654.pdf [2014, June 2]

Department of Transportation, 2006. Highway Design Manual. California State : Department Of Transportation.

Department of Transport, 2002. Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 1 - TD 9/93 – Amendment No.1 – Highway Link Design. London : Department of Transport.

Department of Transport, 2005. Design Manual for Roads and Bridges Volume 6 Section 1 Part 2 - TD 27/05 – Cross-Sections and Headrooms. London : Department of Transport.

Elvik, R., 2012. A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. Accident Analysis and Prevention 50 : 854-860.

Elvik, R., Hoye, A., Vaa, T. and Sorensen, M., 2009. The Handbook of Road Safety Measures (2nd edition). Howard House, UK: Emerald Group Publishing Limited.

Fitzpatrick, K., Carlson, P., Brewer, M.A., Wooldridge M.D. and Miaou, S.P., 2003. NCHRP Report 504 - Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices. Washington D.C. : National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board of the National Academies.

International Road Transport Union, 2009. Road Transport in the People's Republic of China. [online]. Available from : http://www.iru.org/cms-filesystem-action?file=mix-publications/RTinChina.pdf [2014, June 2]

Kosasih, D., Robinson, R. and Snell, J., 1987. A Review of Some Recent Geometric Road Standards and Their Application to Developing Countries. Transport and Road Research Laboratory, Department of Transport, Berkshire.

Krammes, R. A., Brackett, R. Q., Shafer, M. A., Ottesen, J. L., Anderson, I. B., Fink, K. L., Collins, K. M., Pendleton, O. J., and Messer, C. J., 1994. Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways. Research Report FHWA-RD-94-034. Federal Highway Administration, Washington, DC.

Lewis-Evans, B. and Charlton, S.G., 2005. Explicit and implicit processes in behavioural adaptation to road width. Accident Analysis and Prevention 38 : 610-617.

Public Work Department, 1986. Arahan Teknik (Jalan) 8/86 - A Guide on Geometric Design of Roads. Kuala Lumpur : Public Work Department.

Transport Division of the United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2001. Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongolia, the Russian Federation, and the Korean Peninsula. [online]. Available from : http://www.unescap.org/ttdw/Publications/TIS_pubs/pub_2173/pub_2173_ah_fulltext.pdf [2014, April 17]

Federal Highway Administration, 2004. Federal Size Regulations for Commercial Motor Vehicles. Washington D.C. : U.S. Department of Transportation.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

มาตรฐานทางหลวงของทวีปเอเชีย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ก-1 มาตรฐานทางหลวงของทวีปเอเชีย

ชั้นทาง	**ปฐมภูมิ (4 ช่องจราจรหรือมากกว่า) (ทางหลวงที่มีการควบคุมการเข้าออก)**				**1 (4 ช่องจราจรหรือมากกว่า)**			
ลักษณะภูมิประเทศ	L	R	M	S	L	R	M	S
ความเร็วในการออกแบบ(กม./ชม.)	120	100	80	60	100	80	60	60
ความกว้างเขตทาง (เมตร)	50				40			
ความกว้างช่องจราจร (เมตร)	3.75				3.50			
ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)	3.00		2.50		3.00		2.50	
ความกว้างเกาะกลาง (เมตร)	4.00		3.00		3.00		2.50	
รัศมีโค้งราบขั้นต่ำ (เมตร)	520	350	210	115	350	210	115	115
ความลาดเอียงของผิวถนน %	2				2			
ความลาดเอียงของไหล่ทาง %	3-6				3-6			
ยกโค้งราบสูงสุด %	10				10			
ความลาดชันสูงสุด %	4	5	6	7	4	5	6	7
ชั้นทาง	**2 (2 ช่องจราจร)**				**3 (2 ช่องจราจร)**			
ลักษณะภูมิประเทศ	L	R	M	S	L	R	M	S
ความเร็วในการออกแบบ(กม./ชม.)	80	60	50	40	60	50	40	30
ความกว้างเขตทาง (เมตร)	40				30 (40)			
ความกว้างช่องจราจร (เมตร)	3.50				3.00 (3.25)			
ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)	2.50		2.00		1.50 (2.00)		1.00 (1.50)	
ความกว้างเกาะกลาง (เมตร)	-		-		-		-	
รัศมีโค้งราบขั้นต่ำ (เมตร)	210	115	80	50	115	80	50	30
ความลาดเอียงของผิวถนน %	2				2-5			
ความลาดเอียงของไหล่ทาง %	3-6				3-6			
ยกโค้งราบสูงสุด %	10				10			
ความลาดชันสูงสุด %	4	5	6	7	4	5	6	7

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บคือค่าที่แนะนำให้ใช้หากสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวย
ระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำกำหนดไว้ที่ 4.50 เมตร
L = ทางราบ, R = ทางเนิน, M = ทางเขา, R = เขาสูงชัน

ที่มา: Asian Highway - The Road Networks connecting China, Kazakhstan, Mongo
Russian Federation, and the Korean Peninsula, UNESCAP (2001)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

มาตรฐานทางหลวงของภูมิภาคอาเซียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

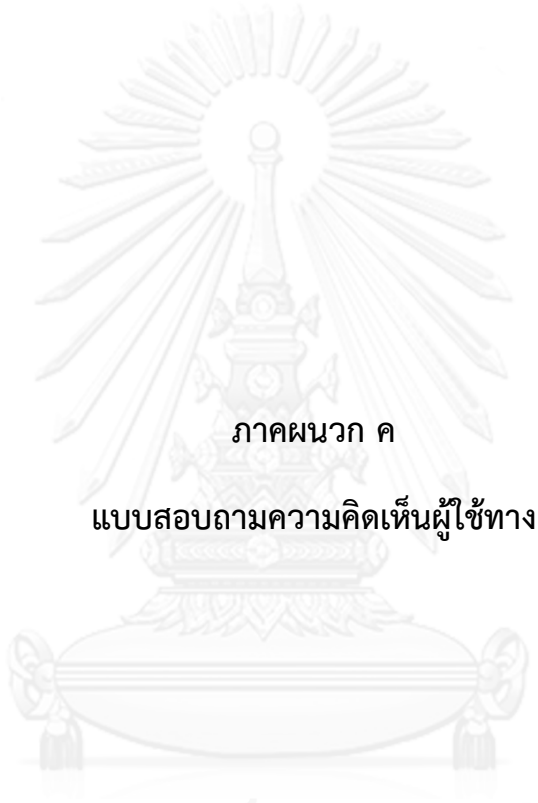
ตารางที่ ข-1 มาตรฐานทางหลวงของภูมิภาคอาเซียน

ชั้นทาง	**ปฐมภูมิ (4 ช่องจราจรหรือมากกว่า) (ทางหลวงที่มีการควบคุมการเข้าออก)**			**1 (4 ช่องจราจรหรือมากกว่า)**		
ลักษณะภูมิประเทศ	L	R	M	L	R	M
ความเร็วในการออกแบบ(กม./ชม.)	100-120	80-100	60-80	80-110	60-80	50-70
ความกว้างเขตทาง (เมตร)	(50-70) ((40-60))			(50-70) ((40-60))		
ความกว้างช่องจราจร (เมตร)	3.75			3.50		
ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)	3.00		2.50	3.00		2.50
รัศมีโค้งราบขั้นต่ำ (เมตร)	390	230	120	220	120	80
ยกโค้งราบสูงสุด %	(7) ((6))			(8) ((6))		
ความลาดชันสูงสุด %	4	5	6	5	6	7
ระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ (เมตร)	4.50 [5.00]			4.50 [5.00]		
ชั้นทาง	**2 (2 ช่องจราจร)**			**3 (2 ช่องจราจร)**		
ลักษณะภูมิประเทศ	L	R	M	L	R	M
ความเร็วในการออกแบบ(กม./ชม.)	80-100	60-80	40-60	60-80	50-70	40-60
ความกว้างเขตทาง (เมตร)	(40-60) ((30-40))			30-40		
ความกว้างช่องจราจร (เมตร)	3.50			3.00[3.25]		
ความกว้างไหล่ทาง (เมตร)	2.50		2.00	1.50[2.00]		1.00[1.50]
รัศมีโค้งราบขั้นต่ำ (เมตร)	200	110	50	110	75	50
ยกโค้งราบสูงสุด %	(10) ((6))			(10) ((6))		
ความลาดชันสูงสุด %	6	7	8	6	7	8
ระยะห่างแนวดิ่งขั้นต่ำ (เมตร)	4.50			4.50		

หมายเหตุ: ค่าใน [ ] คือค่าที่แนะนำให้ใช้หากสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวย
ค่าใน ( ) คือค่าสำหรับทางหลวงในเขตชนบท
ค่าใน (( )) คือค่าสำหรับทางหลวงในเขตเมือง
L = ทางราบ, R = ทางเนิน, M = ทางเขา

ที่มา: ASEAN, 2014: ออนไลน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก ค

แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ใช้ทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามความคิดเห็นเรื่องการออกแบบทางหลวงไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับกรมทางหลวงเพื่อวางแผนทำนโยบายการออกแบบทาง ขอความร่วมมือจากท่านช่วยตอบแบบสอบถามเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางหลวงของประเทศไทย ความคิดเห็นของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ และจะใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องด้านขวาของแต่ละคำถามที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านหรือตอบคำถามในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

อายุ .....ปี **เพศ** ❒ ชาย ❒ หญิง

วุฒิการศึกษาสูงสุด ❒ ประถม-มัธยมต้น ❒ มัธยมปลาย-ปวช. ❒ ปวส.-ปริญญาตรี ❒ สูงกว่าปริญญาตรี

รายได้ต่อเดือน ❒ ต่ำกว่า 10,000 บาท ❒ 10,000-20,000 บาท ❒ 20,001-40,000 บาท ❒ มากกว่า 40,000 บาท

ประสบการณ์ในการขับขี่ (เฉพาะรถที่ท่านขับประจำ) ..... ปี

รถที่ท่านขับประจำ ❒ รถยนต์ 4 ล้อ ❒ รถตู้ ❒ รถบัส ❒ รถกระบะ
❒ รถบรรทุก_____ล้อ ❒ รถพ่วง_____ล้อ ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

จำนวนวันที่ขับขี่ต่อสัปดาห์ ❒ น้อยกว่า 1 วัน ❒ 1-2 วัน ❒ 3-5 วัน ❒ มากกว่า 5 วัน

แนวเส้นทางที่ท่านขับขี่มักเป็นในลักษณะใด ❒ อยู่เฉพาะในเขตเมือง ❒ ผ่านทั้งเขตชนบทและเขตเมือง
❒ อยู่เฉพาะในเขตชนบท (หรือนอกเขตเมือง)

ขณะขับขี่บนถนนที่ใช้เดินทางเป็นประจำ ในช่วงที่ไม่มีการจราจรติดขัด ท่านใช้ความเร็วสูงสุดประมาณ..... กม./ชม.

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศไทย

ทางหลวงพิเศษ (เช่น มอเตอร์เวย์)

ท่านขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้บ่อยหรือไม่ ❒ บ่อย ❒ ไม่บ่อย นานๆครั้ง ❒ ไม่เคยขับผ่าน

ท่านคิดว่าความเร็วที่ท่านสามารถใช้ขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้ได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยควรเป็นเท่าใด ..... กม./ชม.

จากภาพ ท่านคิดว่าทางหลวงประเภทนี้มีความปลอดภัยในการขับขี่มากน้อยแค่ไหน

❒ ไม่ปลอดภัย ❒ ค่อนข้างไม่ปลอดภัย ❒ เฉยๆ ❒ ค่อนข้างปลอดภัย ❒ ปลอดภัยดี

คำถาม	ควรลดลง	ดีอยู่แล้ว	ควรเพิ่มขึ้น
ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงพิเศษเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ค่าสูงสุดที่ 110 กม./ชม.)			
ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงพิเศษเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 3.50 เมตร)			
ความกว้างไหล่ทาง (ด้านนอก) บนทางหลวงพิเศษเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 2.50 - 3.00 เมตร)			
ระยะความสูงใต้สะพานของทางหลวงพิเศษมีความเหมาะสมหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 5.50 เมตร)			

ทางหลวงแผ่นดิน (ของกรมทางหลวง)

ท่านขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้บ่อยหรือไม่ ❒ บ่อย ❒ ไม่บ่อย นานๆครั้ง ❒ ไม่เคยขับผ่าน

ท่านคิดว่าความเร็วที่ท่านสามารถใช้ขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้ได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยควรเป็นเท่าใด ..... กม./ชม.

จากภาพ ท่านคิดว่าทางหลวงประเภทนี้มีความปลอดภัยในการขับขี่มากน้อยแค่ไหน

❒ ไม่ปลอดภัย ❒ ค่อนข้างไม่ปลอดภัย ❒ เฉยๆ ❒ ค่อนข้างปลอดภัย ❒ ปลอดภัยดี

คำถาม	ควรลดลง	ดีอยู่แล้ว	ควรเพิ่มขึ้น
ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงแผ่นดินเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ค่าสูงสุดที่ 110 กม./ชม.)			
ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงแผ่นดินเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 3.50 เมตร)			
ความกว้างไหล่ทาง (ด้านนอก) ขั้นต่ำบนทางหลวงแผ่นดินเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 1.00 เมตร)			
ความกว้างไหล่ทาง (ด้านนอก) สูงสุดบนทางหลวงแผ่นดินเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 2.50 เมตร)			
ระยะความสูงใต้สะพานของทางหลวงแผ่นดินมีความเหมาะสมหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 5.50 เมตร)			

ทางหลวงในเขตเมือง

ท่านขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้บ่อยหรือไม่ ❒ บ่อย ❒ ไม่บ่อย นานๆครั้ง ❒ ไม่เคยขับผ่าน

ท่านคิดว่าความเร็วที่ท่านสามารถใช้ขับขี่บนทางหลวงประเภทนี้ได้อย่างรวดเร็วและปลอดภัยควรเป็นเท่าใด ..... กม./ชม.

จากภาพ ท่านคิดว่าทางหลวงประเภทนี้มีความปลอดภัยในการขับขี่มากน้อยแค่ไหน

❒ ไม่ปลอดภัย ❒ ค่อนข้างไม่ปลอดภัย ❒ เฉยๆ ❒ ค่อนข้างปลอดภัย ❒ ปลอดภัยดี

คำถาม	ควรลดลง	ดีอยู่แล้ว	ควรเพิ่มขึ้น
ค่าความเร็วที่ใช้ในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 60 กม./ชม.)			
ความกว้างช่องจราจรขั้นต่ำบนทางหลวงในเขตเมืองเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 3.00 เมตร)			
ความกว้างช่องจราจรสูงสุดบนทางหลวงในเขตเมืองเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 3.50 เมตร)			
ความกว้างไหล่ทาง (ถ้ามี) บนทางหลวงในเขตเมืองเหมาะสมกับการขับขี่ของท่านหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 2.50 เมตร)			
ระยะความสูงใต้สะพานของทางหลวงในเขตเมืองมีความเหมาะสมหรือไม่ (ปัจจุบันใช้ 5.50 เมตร)			

ภาพรวม

1. ท่านเห็นว่าการออกแบบทางเรขาคณิตของถนนไทย (เช่น การออกแบบช่องจราจร,ไหล่ทาง,เกาะกลาง,โค้ง,ฯลฯ) ที่ใช้ในปัจจุบัน

❒ ควรปรับปรุงอย่างมาก ❒ ควรปรับปรุงเป็นส่วนใหญ่ ❒ ควรปรับปรุงเพียงบางส่วน ❒ ดีอยู่แล้ว ❒ อื่นๆ (ระบุ).....

2. การออกแบบองค์ประกอบถนนของไทยในข้อใดที่ท่านเห็นว่าควรปรับปรุงคือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ ความเร็วที่สามารถใช้บนท้องถนน ❒ ความกว้างช่องจราจรบนถนน ❒ ความกว้างไหล่ทาง
❒ ระยะความสูงใต้สะพาน ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามความคิดเห็นวิศวกรในกรมทางหลวงและวิศวกรผู้ออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสอบถามความคิดเห็นเรื่องการกำหนดชั้นทาง และการออกแบบทางหลวงไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยร่วมกับกรมทางหลวงเพื่อวางแผนทำนโยบายการออกแบบทาง ขอความร่วมมือจากท่านผู้เชี่ยวชาญช่วยตอบแบบสอบถามเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนามาตรฐานการออกแบบทางหลวงของประเทศไทย ความคิดเห็นของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ และจะใช้เพื่อการวิจัยเท่านั้น

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงใน ❒ และกรอกข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลและความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ ..... **อายุ** .....ปี **หมายเลขโทรศัพท์** .....

ตำแหน่ง ..... **หน่วยงานในกรมทางหลวงที่สังกัด** .....

วุฒิการศึกษาสูงสุด ❒ ปวส. ❒ ปริญญาตรี ❒ ปริญญาโท ❒ ปริญญาเอก

ประสบการณ์ในการออกแบบถนน .....ปี

ความเชี่ยวชาญ (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก) ❒ การวางแผน ❒ การออกแบบทางเรขาคณิต ❒ การออกแบบผิวทาง ❒ การออกแบบการระบายน้ำ ❒ การบำรุงรักษาและอำนวยความปลอดภัย ❒ อื่นๆ (ระบุ).....

จำนวนโครงการถนนที่ท่านเคยมีส่วนร่วมในการออกแบบ .....โครงการ

ท่านคิดว่าท่านมีความรู้เชี่ยวชาญในการออกแบบทางเรขาคณิตของถนนแค่ไหน (ระบุเป็นคะแนน จาก 0 ถึงเต็ม 10) .....

<u>ส่วนที่ 2</u> ความคิดเห็นเกี่ยวกับนโยบายการกำหนดชั้นทางและมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตในประเทศไทย

<u>มาตรฐานชั้นทางสำหรับทางหลวงในประเทศไทย (ของกรมทางหลวง)</u>

ชั้นทาง	พิเศษ	1	2	3	4	5	เขตเมือง
ปริมาณจราจรเฉลี่ย (คันต่อวัน)	มากกว่า 8,000	4,000-8,000	2,000-4,000	1,000-2,000	300-1,000	น้อยกว่า 300	-
ความเร็วที่ใช้ออกแบบ (กม./ชม.)							
- ทางราบ	90-110				70-90	60-80	60
- ทางเนิน	80-110				55-70	50-60	60
- ทางเขา	70-90				40-55	30-50	60
ความลาดชันสูงสุด (%)							
- ทางราบ	4	4			4	4	ตามสภาพพื้นที่
- ทางเนิน	6	6			8	8	ตามสภาพพื้นที่
- ทางเขา	6	8			12	12	ตามสภาพพื้นที่
ประเภทผิวจราจรและไหล่ทาง	ชั้นสูง		ชั้นกลาง – สูง		ลูกรัง		ชั้นสูง
ความกว้างของผิวจราจร (เมตร) (ช่องจราจรกว้างช่องละ 3.50 ม.)	ข้างละ ≥ 7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	ช่องจราจรละ 3.00-3.50
ความกว้างของไหล่ทาง (เมตร)	ซ้าย 2.5-3.0 ขวา 1.0-1.5	2.50	2.00	1.50	1.00	-	2.50 หรือทางเท้า
ความกว้างของเขตทาง (เมตร)	60-80		40-60		30-40		ตามความเหมาะสม
ยกโค้งราบสูงสุด	10%						6%

ภาพรวม

1. ท่านเห็นว่ามาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของถนนไทย (ความกว้างช่องจราจร,ไหล่ทาง,เกาะกลาง,โค้ง, ฯลฯ) ที่ใช้ในปัจจุบัน

❒ ควรปรับปรุงอย่างมาก ❒ ควรปรับปรุงเป็นส่วนใหญ่ ❒ ควรปรับปรุงเพียงบางส่วน ❒ ดีอยู่แล้ว ❒ อื่นๆ (ระบุ).....

2. มาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตขององค์ประกอบถนนของไทยในข้อใดที่ท่านเห็นว่าควรปรับปรุงคือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ การกำหนดชั้นทาง ❒ ความเร็วในการออกแบบ (Design Speed) ❒ ความกว้างช่องจราจรบนถนน
❒ ความกว้างไหล่ทาง ❒ ระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance) ❒ อื่นๆ (ระบุ).....

การกำหนดชั้นทาง

3. การกำหนดชั้นทาง (ของกรมทางหลวง) เพื่อออกแบบซึ่งปัจจุบันอ้างอิงจากปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT)ที่คาดการณ์นั้น

❒ ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง ❒ ไม่เหมาะสม ❒ เฉยๆ ❒ เหมาะสม ❒ เหมาะสมอย่างยิ่ง

4. ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดชั้นทาง หากต้องการเปลี่ยนแปลงจากที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

❒ หน้าที่การใช้งาน (Functional Classification) ❒ ปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT) ❒ หน้าตัดของถนน (Cross Section)
❒ ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ความเร็วในการออกแบบ (Design Speed)

5. การกำหนดความเร็วในการออกแบบ ซึ่งปัจจุบันอ้างอิงจากปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT)ประกอบกับลักษณะภูมิประเทศ

❒ ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง ❒ ไม่เหมาะสม ❒ เฉยๆ ❒ เหมาะสม ❒ เหมาะสมอย่างยิ่ง

6. ปัจจัยที่ควรใช้ในการกำหนดความเร็วในการออกแบบ หากต้องการเปลี่ยนแปลงจากที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

❒ หน้าที่การใช้งาน (Functional Classification) ❒ ปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT) ❒ ลักษณะหน้าตัดของถนน
❒ ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ❒ ลักษณะภูมิประเทศ (เช่น ที่ราบ ภูเขา) ❒ ความเร็วจำกัด (Limited Speed) ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

7. ความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นทางพิเศษที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ < 110 กม./ชม. ❒ 110 กม./ชม. (ค่าสูงสุดในปัจจุบัน) ❒ 120 กม./ชม. ❒ 130 กม./ชม. ❒ ≥ 130 กม./ชม.

8. ความเร็วในการออกแบบทางหลวงชั้นทางที่ 1-3 ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ < 110 กม./ชม. ❒ 110 กม./ชม. (ค่าสูงสุดในปัจจุบัน) ❒ 120 กม./ชม. ❒ 130 กม./ชม. ❒ ≥ 130 กม./ชม.

9. ความเร็วในการออกแบบทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 40 กม./ชม. ❒ 50 กม./ชม. ❒ 60 กม./ชม. (ค่าปัจจุบัน) ❒ 70 กม./ชม. ❒ ≥ 70 กม./ชม.

ความกว้างช่องจราจร

10. ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญในการกำหนดความกว้างช่องจราจร (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

❒ ชั้นทาง ❒ ปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT) ❒ ความเร็วในการออกแบบ
❒ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

11. ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นทางพิเศษที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 3.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.60 เมตร ❒ 3.65 เมตร ❒ 3.70 เมตร ❒ 3.75 เมตร

12. ความกว้างช่องจราจรบนทางหลวงชั้นทางที่ 1-4 ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 3.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.60 เมตร ❒ 3.65 เมตร ❒ 3.70 เมตร ❒ 3.75 เมตร

13. ความกว้างช่องจราจร**ขั้นต่ำ**บนทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 2.80 เมตร ❒ 3.00 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.25 เมตร ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

14. ความกว้างช่องจราจร**สูงสุด**บนทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 3.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.60 เมตร ❒ 3.65 เมตร ❒ 3.70 เมตร ❒ 3.75 เมตร

ความกว้างไหล่ทาง

15. ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญในการกำหนดความกว้างไหล่ทาง (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

❒ ชั้นทาง ❒ ปริมาณการจราจรต่อวัน (ADT) ❒ ความเร็วในการออกแบบ
❒ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

16. ความกว้างไหล่ทาง**สูงสุด**บนทางหลวงชั้นพิเศษที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ < 2.50 เมตร ❒ 2.50 เมตร ❒ 3.00 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.50 เมตร ❒ 3.75 เมตร

17. ความกว้างไหล่ทาง**ขั้นต่ำ**บนทางหลวงชั้นรองลงมาที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ 1.00 เมตร (ค่าปัจจุบัน ของชั้นทางที่ 4) ❒ 1.50 เมตร ❒ 2.00 เมตร ❒ 2.50 เมตร

18. ความกว้างไหล่ทาง**สูงสุด**บนทางหลวงชั้นรองลงมาที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ < 2.50 เมตร ❒ 2.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน ของชั้นทางที่ 1) ❒ 3.00 เมตร ❒ 3.50 เมตร ❒ 3.75 เมตร

19. ความกว้างไหล่ทางบนทางหลวงในเขตเมืองที่เหมาะสมกับประเทศไทย

❒ < 2.50 เมตร ❒ 2.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 3.00 เมตร ❒ 3.50 เมตร ❒ 3.75 เมตร

ระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance)

20. ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญในการกำหนดระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance) (ตอบได้มากกว่า 1 ตัวเลือก)

❒ ชั้นทาง ❒ ลักษณะเขตที่ถนนตัดผ่าน (ชนบท/ในเมือง) ❒ ชนิดของโครงสร้างที่ทางหลวงลอดผ่าน
❒ ประเภทของยานพาหนะที่ใช้ทางหลวง ❒ อื่นๆ (โปรดระบุ).....

21. ระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance) ที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นพิเศษในประเทศไทย

❒ 5.00 เมตร ❒ 5.25 เมตร ❒ 5.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 5.75 เมตร ❒ 6.00 เมตร

22. ระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance) ที่เหมาะสมกับทางหลวงชั้นรองลงมาในประเทศไทย

❒ 5.00 เมตร ❒ 5.25 เมตร ❒ 5.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 5.75 เมตร ❒ 6.00 เมตร

23. ระยะห่างแนวดิ่ง (Vertical Clearance) ที่เหมาะสมกับทางหลวงในเขตเมืองของประเทศไทย

❒ 5.00 เมตร ❒ 5.25 เมตร ❒ 5.50 เมตร (ค่าปัจจุบัน) ❒ 5.75 เมตร ❒ 6.00 เมตร

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวุฒิชัย เศวตจินดากุล เป็นบุตรของนายพรชัย เศวตจินดากุล และนางอุษา เศวตจินดากุล เกิดเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ.2529 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2550 จากนั้นได้เข้าทำงานที่บริษัท เอเชี่ยน เอนจิเนียริ่ง คอนซัลแต้นส์ จำกัด และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

ขณะศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บทความของผู้เขียนวิทยานิพนธ์ได้ถูกตีพิมพ์ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการดังนี้

Sawatechindakul, W. and Rudjanakanoknad, J. Comparison of Highway Classification Policy and Geometric Design Standards between Thailand and Foreign Countries. The Twenty-sixth KKHTCNN Symposium on Civil Engineering, Singapore. 2013.

วุฒิชัย เศวตจินดากุล และ จิตติชัย รุจนกนกนาฏ. ความคิดเห็นของผู้ขับขี่ต่อมาตรฐานการออกแบบทางเรขาคณิตของทางหลวงไทย. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19, จัดโดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปภัมภ์ ที่โรงแรมพูลแมน ขอนแก่น ราชา ออคิด จ.ขอนแก่น ระหว่างวันที่ 14-16 พฤษภาคม 2557.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University