

## การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอุบัติเหตุจราจร Study of Relationships between Skid Resistance and Traffic Accidents

ขวัญเรือน แยมทะเล<sup>1\*</sup> และ ลัดดา ตันวานิชกุล<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

E-mail: <sup>1</sup> ykwanruen@kku.ac.th, <sup>2</sup> ladpit@kku.ac.th

### บทคัดย่อ

องค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งด้านความปลอดภัยทางถนน คือ ความเสียดทาน โดยเฉพาะสภาพผิวทางลื่นส่งผลต่อความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุสภาพถนนเปียกที่อาจเกิดจากค่าความเสียดทานผิวทาง โดยพิจารณาถนนของกรมทางหลวง 19 สายทาง ระยะทางรวม 386.350 กิโลเมตร ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ประกอบด้วยข้อมูลอุบัติเหตุ ความฝืดผิวทางและปริมาณจราจรจากกรมทางหลวง โดยแบ่งช่วงถนนออกเป็นระยะทางทุกๆ 500 เมตร และหาค่าความฝืดเฉลี่ยในช่วงถนน จากนั้นคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ ใช้เทคนิควิเคราะห์การถดถอยผลที่ได้พบว่า เมื่อค่าความเสียดทานต่ำทำให้อุบัติเหตุสูงขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อค่าความเสียดทานเพิ่มขึ้น จากนั้นเริ่มคงที่เมื่อค่าความเสียดทานถึงค่าหนึ่ง ซึ่งประเภททางโค้งจะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุดโดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.388 รองลงมาคือทางหลวง 2 ช่องจราจร, พิจารณาทุกสายทาง, ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร, และทางตรง ซึ่งมีค่า  $R^2$  เท่ากับ 0.280, 0.249, 0.230 และ 0.122 ตามลำดับ และจากการกำหนดเกณฑ์ค่าระดับตรวจสอบ (IL) ถนนประเภททางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจรและทางตรงมีค่า IL เท่ากับ 0.30 พิจารณาทุกสายทางและทางหลวง 2 ช่องจราจรมีค่า IL เท่ากับ 0.35 และทางโค้งมีค่า IL เท่ากับ 0.40 ผลสามารถนำไปใช้เสนอแนะเป็นแนวทางเกณฑ์ค่าตรวจสอบความเสียดทานผิวทางที่เหมาะสมสำหรับถนนของประเทศไทย

**คำสำคัญ:** ความต้านทานการลื่นไถล, อุบัติเหตุ, ปริมาณจราจร

### Abstract

One of the key elements of road safety is skid resistance. Particularly slippery surface conditions affect the risk of road accidents. This research aims to study the relationship between road accidents are caused by the friction surfaces. Historical accident data, friction data and traffic volume of road network of department of Highways 19 route and 386.350 km distance. In this analysis, divided total road into small road section 500 meters intervals and a minimum in the friction block. Then calculate the wet accident rate. Regression analyses were use in the analysis. The results are skid resistance decreased as wet accident rate increased and decreased as skid resistance increased. Then start on the static friction reaches a certain value. Bend have the accident rate highest coefficient of regression ( $R^2$ ) was 0.388, Single carriageway non-event, All the road, Dual carriageway non-event, and alignment  $R^2$  were 0.280, 0.249, 0.230 and 0.122

respectively, and the threshold Investigation level (IL) for Dual carriageway non-event and alignment have IL were 0.30. All the roads and Single carriageway non-event were 0.35. and bend was 0.40. The results can be used as a guide to determine the detection threshold of the friction surface of the country.

**Keywords:** Skid resistance, Accidents, Traffic volume

### 1. บทนำ

องค์ประกอบที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเกิดจาก ผู้ใช้ถนน ยานพาหนะ และถนนและสิ่งแวดลอมด้านข้าง ซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือเกิดร่วมกัน [1] ซึ่งการเกิดอุบัติเหตุทางถนนทำให้เกิดความสูญเสียทางด้านชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก

จากสถิติอุบัติเหตุจราจรของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ ปี พ.ศ.2545 – 2549 [2] พบว่า สาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุ 3 อันดับแรก ได้แก่ ขับรถเร็วเกินอัตราที่กำหนด ตัดหน้ากระชั้นชิด และแซงรถผิดกฎหมาย โดยลักษณะปัญหาของการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีสองปัญหาใหญ่ ๆ คือ ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากการชนและปัญหาการเกิดอุบัติเหตุจากรถคันเดียว[3] และจากการศึกษาของศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย พบว่าการเกิดอุบัติเหตุประเภทรถชนคันเดียวในลักษณะชนแบบออกนอกเส้นทางส่วนใหญ่เกิดจากการขับเร็วบนสภาพผิวทางที่มีความเสียดทานต่ำ

จากปัญหาการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวพบว่า ความเร็วของการขับขี่มีผลทำให้โอกาสการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มมากขึ้น เมื่อผู้ใช้ถนนขับขี่ ยานพาหนะในความเร็วที่เท่ากันแต่สภาพความฝืดของถนนแตกต่างกันพบว่า ผู้ที่ขับขี่ในสภาพความฝืดน้อยกว่าจะต้องใช้ระยะทางในการหยุดรถมากกว่าผู้ขับขี่ในถนนที่มีความฝืดมากกว่า จะเห็นว่าความฝืดผิวทางเป็นปัจจัยหนึ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุ

ความฝืดของถนนคือแรงต้านทานระหว่างผิวสัมผัสของถนนและล้อ เป็นแรงต้านไม่ให้ล้อเลื่อนไถลไปบนผิวทาง โดยจะต้องมีการประเมินสภาพความฝืดของถนนเป็นระยะๆ เพราะเมื่อความเสียดทานต่ำแล้วทำให้เกิดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณทางโค้ง แต่เมื่อความฝืดของถนนมีค่าสูงจะทำให้ระยะทางในการเบรกลดสั้นลง สามารถชะลอความเร็วได้ดีขึ้น ทำให้ลดสถิติการเกิดอุบัติเหตุได้

ซึ่งในต่างประเทศได้มีการศึกษาค่าความฝืดของถนนที่เหมาะสมในสายทางการจราจรประเภทต่างๆ และได้แนะนำค่าความฝืดของถนนประเภทต่างๆ [4] แต่เนื่องจากในประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมและพฤติกรรมการขับขี่แตกต่างกัน ทำให้เกณฑ์ที่แนะนำอาจจะไม่เหมาะสมสำหรับการจราจรของประเทศไทย จึงได้ศึกษาค่าความฝืดของถนนที่เหมาะสมกับประเทศไทยเพื่อที่จะนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางในการ

ออกแบบถนนเพื่อให้มีความผิดเหมาะสมกับประเทศไทย แล้วทำให้ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. ความเสียหายและอุบัติเหตุทางถนน

### 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าความเสียหาย

ความเสียหายของถนนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักที่สำคัญ 4 ปัจจัย โดยอ้างอิงงานจากการศึกษาของประเสริฐและชาโณ[5] ดังนี้

#### 2.1.1 คุณลักษณะของพื้นผิวทาง(Pavement Characteristics)

เช่นความหยาบละเอียด (Texture), ความขรุขระ (Roughness), ร่องล้อ (Rutting) ความหยาบละเอียดของพื้นผิวถนนส่งผลให้ความเสียหายดีขึ้น ความขรุขระอาจทำให้ล้อยานพาหนะกระเด็นเมื่อขับผ่าน ซึ่งส่งผลให้ความเสียหายระหว่างล้อและผิวถนนลดลง ร่องล้อบนผิวถนนเมื่อมีน้ำขังมีส่วนทำให้ค่าความเสียหายระหว่างล้อและผิวถนนลดลง

#### 2.1.2 คุณลักษณะของล้อยาง(Tire Characteristics)

เช่น ชนิดของยาง (Tire Type), ดอกยาง (Tire Tread), ลมยาง (Inflation Pressure) ล้อยางที่ถูกออกแบบให้มีเนื้อยางแข็งจะมีความทนทานต่อการสึกหรอมากกว่าล้อยางที่ถูกออกแบบให้มีเนื้อยางอ่อนในขณะเดียวกันเนื้อยางที่อ่อนจะช่วยให้ล้อรถมีความเสียหายได้ดีกว่าล้อยางที่มีเนื้อยางแข็ง แต่ในสภาพผิวถนนที่เปียกและใช้ความเร็วสูง เนื้อยางแข็งจะมีความเสียหายที่ต่ำกว่า ล้อยางที่มีดอกยางที่ถูกออกแบบมาอย่างดีและสภาพดีช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของค่าความเสียหายได้และช่วยรีดน้ำในขณะแล่นบนถนนเปียกได้ดี ลมยางที่มากหรือน้อยเกินไปมีผลต่อค่าความเสียหาย

#### 2.1.3 คุณลักษณะของการใช้รถ (Vehicle Operational Characteristics)

เช่น ความเร็ว(Speed), อาการลื่น (Tire Slip), น้ำหนักรถ (Axle Load), ชนิดของรถ(Type of Vehicle) ความเร็วของยานพาหนะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความเสียหาย ความเร็วที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การรีดน้ำบนถนนที่เปียกตกลงส่งผลให้สภาพเปียกของถนนมีผลต่อการเบรกยานพาหนะ เมื่อทำการเบรกความเร็วของล้อจะลดลง ถ้าความเร็วของล้อลดลงด้วยอัตราที่สูงกว่าความเร็วของรถล้อยางจะมีอาการลื่น(ไม่หมุน)ไปบนพื้นถนนและเมื่อเกิดภาวะเบรกล้อคล้อ รถที่อยู่ในสภาพลื่นจะลื่นไถลไปบนพื้นถนนระบบ ความเสียหายระหว่างล้อและพื้นถนนจะลดลงเมื่อน้ำหนักรถสูงขึ้นโดยทั่วไปรถบรรทุกทุกจะมีประสิทธิภาพเรื่องความเสียหายต่ำกว่ารถยนต์โดยสาร

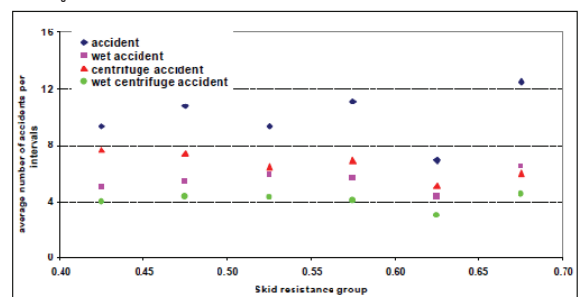
#### 2.1.4 สภาพแวดล้อมอื่นๆ (Environmental Factors)

เช่น สภาพเปียก(Wetness), สิ่งเปื้อน (Contamination), อุณหภูมิ (Temperature), ฤดูกาล (Seasonal variation) ถนนที่มีสภาพเปียกหรือมีสิ่งเปื้อน เช่น โคลนน้ำมันบนผิวถนนจะลดประสิทธิภาพความผิด อุณหภูมิของถนนที่สูงขึ้น จะทำให้ล้อยางสูญเสียสภาพง่าย ทำให้ค่าความเสียหายลดลงได้ รวมถึงฤดูแห้งแล้งที่ยาวนานส่งผลให้เกิดฝุ่นผงขนาดเล็กปกคลุมผิวถนนทำให้เกิดความเสียหายลดลง ในขณะที่เกิดเหตุการณ์ฝนตกหนักน้ำจะทำการชะล้างฝุ่นตะกอนขนาดเล็กออกจากผิวถนนส่งผลทำให้ความเสียหายเพิ่มมากขึ้น

## 2.2 การศึกษาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรวม

### อุบัติเหตุกับค่าความผิดผิวจราจร

จากการศึกษาความต้านทานการลื่นไถลและความถี่ของอุบัติเหตุมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ [6] วัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งสภาพถนนเปียกและแห้งและอุบัติเหตุที่เกิดจากการลื่นไถลสภาพถนนเปียกและแห้งบนถนนสายหลัก ทำการเก็บข้อมูลอุบัติเหตุ ข้อมูลปริมาณจราจร และข้อมูลความผิด วิธีการศึกษาโดย 1) แบ่งถนนออกเป็นช่วงๆละ 100 เมตรทั้งสิ้น 55 ช่วง 2) นำข้อมูลความผิดมาแบ่งกลุ่มเป็นช่วง 3) วาดกราฟระหว่างจำนวนรวมอุบัติเหตุกับค่าความผิด 4) วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีถดถอย ซึ่งผลการศึกษา ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุกับค่าความผิด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและจำนวนอุบัติเหตุ[6]

และจากการศึกษาอิทธิพลของความต้านทานการลื่นไถลบนผิวทางต่ออุบัติเหตุจราจร [6] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความต้านทานการลื่นไถลที่มีต่ออุบัติเหตุจราจร ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระทรวงคมนาคม ซึ่งได้จำแนกถนนออกเป็น 4 ประเภทคือ (1) ถนนสองช่องจราจรต่อหนึ่งทิศทางจราจร (2) ทางด่วนที่มีจำนวนช่องจราจรสามช่องหรือมากกว่าต่อหนึ่งทิศทางจราจร (3) ทางด่วนที่มีถนนคู่ขนาน (4) ถนนที่ไม่มีเกาะกลาง ในกรณีวิเคราะห์ได้ใช้ทางหลวงแผ่นดินจำนวน 10 เส้นทาง จำนวน 89 พื้นที่ของประเทศชาติอาวาระเบียวิเคราะห์การถดถอย พบว่าจำนวนอุบัติเหตุที่เพิ่มขึ้นเกิดจากค่าความผิดของถนนที่ลดลง ซึ่งระดับค่าความผิดในระดับต่ำมีผลทำให้เพิ่มระยะที่ต้องใช้ในการหยุดรถและสูญเสียการควบคุมรถที่ขับมาโดยความเร็วสูง โดยความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่การเกิดอุบัติเหตุและค่าความผิดของผิวจราจรได้แสดงในรูปที่ 2 และสมการ (1) ด้านล่างนี้

$$NA = aSN^b \quad (1)$$

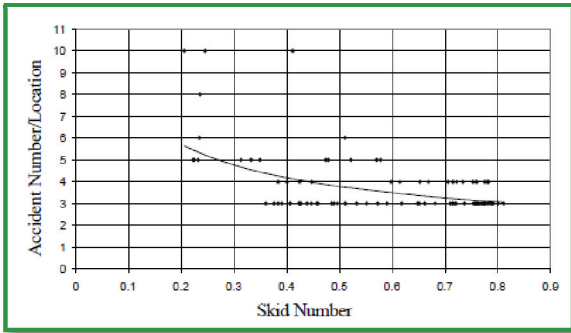
เมื่อ

NA = จำนวนอุบัติเหตุ Accident Number

SN = ค่าความผิด Skid Number

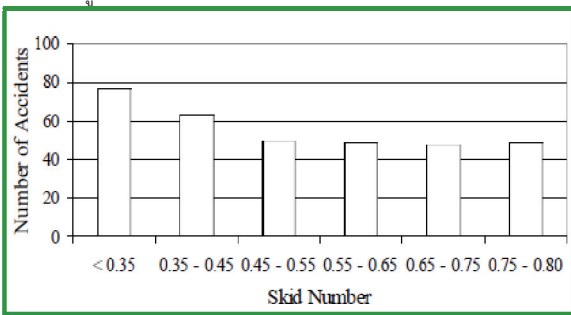
a, b = พารามิเตอร์การถดถอย ซึ่งค่าประมาณของ a และ b

เท่ากับ 2.799 และ 0.408 ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของการถดถอย ( $R^2$ ) คือ 0.425



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างพื้นที่การเกิดอุบัติเหตุและค่าความฝืดของผิวจราจร [7]

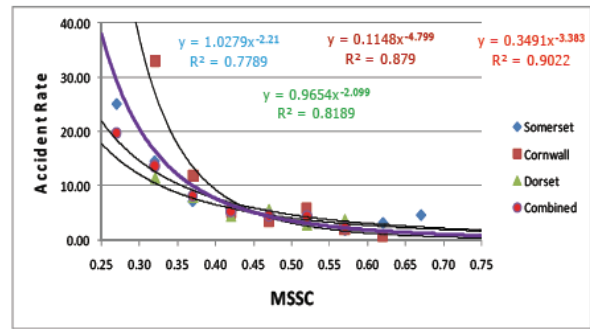
จากความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าจำนวนการเกิดอุบัติเหตุมีค่าเข้าใกล้ค่าคงที่ที่ค่าความฝืดของผิวจราจรตั้งแต่ 0.45 ขึ้นไป ซึ่งก็สอดคล้องกับค่าที่ได้จากแผนภูมิ รูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่าความฝืดของผิวจราจรที่ต่ำสุดคือ 0.35 จะมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุที่มากที่สุดเกือบ 80 ครั้ง และค่าความฝืดของผิวจราจรที่ 0.45 น่าจะเป็นความต้องการที่ควรใช้กับถนนที่มีความเร็วสูง



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างจำนวนการเกิดอุบัติเหตุและค่าความฝืดของผิวจราจร [7]

## 2.3 การศึกษาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุบนสภาพถนนเปียกกับความฝืดผิวจราจร

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอุบัติเหตุบนถนนท้องถนนในตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอังกฤษ [8] วัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ความต้านทานการลื่นไถลที่ปลอดภัยและเหมาะสมสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ระดับตรวจสอบ (ค่า IL ในมาตรฐาน HD28/04) ของถนนท้องถนนในความรับผิดชอบของหน่วยงาน Somerset Cornwall and Dorset รวบรวมข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในปี 2001-2006 ข้อมูลจราจร และค่าความต้านทานการลื่นไถลโดยข้อมูลได้จากหน่วยงานของ Somerset Cornwall and Dorset ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะทำการวัดค่าความฝืดเป็นประจำทำให้ทราบค่า Mean Summer SCRIM, MSSC วิธีการศึกษา 1) แบ่งประเภทถนนเป็น Dual carriageway Non event Roads, Single carriageway Non event roads, Approach to Pedestrian, Approach to Minor and Major Junctions, Approach to Roundabouts, Gradient, Roundabout and Bend 2) นำข้อมูลค่าความฝืดแบ่งกลุ่มเป็นช่วง 3) คำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ (per  $10^3$  VKT) 4) วาดกราฟระหว่างอัตราการเกิดอุบัติเหตุกับค่าความฝืด 5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอย



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ความฝืดและอัตราการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับถนนประเภท Single carriageway Non event roads [8]

จาก รูปที่ 4 จะเห็นว่าเส้นแนวโน้มทั้ง Somerset Cornwall and Dorset มีลักษณะที่คล้ายกัน ค่า  $r^2$  ของ Somerset ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.78 จากค่าระดับตรวจสอบ (IL) ที่ระดับอัตราอุบัติเหตุเท่ากับ 0.4 มีค่าระหว่าง 6.6 และ 9.9 เมื่อรวมกันทั้งสามค่า  $r^2$  เท่ากับ 0.90 และมีค่าอัตราการอุบัติเหตุเท่ากับ 7.7 acc/Mvkm ถือว่าอยู่ในเกณฑ์

จากผลการศึกษาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรวมอุบัติเหตุกับค่าความฝืดผิวจราจรและการศึกษาโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดอุบัติเหตุบนสภาพถนนเปียกกับความฝืดผิวจราจร พบว่าทั้งสองวิธีให้ค่าความสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน โดยการเลือกข้อมูลอุบัติเหตุสภาพถนนเปียกและวิเคราะห์โดยวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุจะให้ค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าการใช้ข้อมูลประเภทอุบัติเหตุรวมและวิเคราะห์โดยวิธีจำนวนความถี่การเกิดอุบัติเหตุ

## 3. วิธีการศึกษา

### 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

#### 3.1.1 ข้อมูลความฝืด (Friction data)

มาจากสำนักวิจัยและพัฒนาทาง กรมทางหลวง ปี พ.ศ.2552 - 2554 โดยข้อมูลจะแสดงในเว็บไซต์ของสำนักวิจัยและพัฒนาทาง และค่าความฝืดได้จากการทดสอบด้วยเครื่องมือ Skid (ASFT T-10) เป็นเครื่องมือที่เก็บค่าความฝืดแบบต่อเนื่อง มีอุปกรณ์ระบบรดน้ำติดตั้งไว้เพื่อทดสอบในสภาพที่เปียก และติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ในการวัด และเก็บข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลจะทำการวิ่งในความเร็วกว่า 65 km/h ในเส้นทางที่ทำการสำรวจทำการเก็บข้อมูลตามเส้นทางที่กำหนดไว้



รูปที่ 5 หน้าเว็บไซต์หน้าแรกโครงการสำรวจค่าความฝืด



รูปที่ 6 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความผิด Skid ASFT-10

### 3.1.2 ข้อมูลอุบัติเหตุ (Accident data)

ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุของปี 2553 และ พ.ศ.2554 จากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง โดยข้อมูลจะถูกบันทึกลงในเว็บไซต์ระบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวง หรือ HAIMS 2010



รูปที่ 7 หน้าเว็บไซต์หน้าแรกระบบ HAIMS 2010

### 3.1.3 ข้อมูลปริมาณจราจร (Traffic data)

มาจากสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง เป็นข้อมูลปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี (Annual Average Daily Traffic ; AADT) ของปี พ.ศ. 2554 รายละเอียดข้อมูลปริมาณจราจรประกอบด้วย รายละเอียดสายทาง, ปริมาณจราจรของยานพาหนะทั้ง 13 ประเภทและเปอร์เซ็นต์รถบรรทุก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ค่าปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อหนึ่งช่องจราจรตลอดทั้งปี (Annual Average Daily Traffic per Lane ; AADT/Lane) เพื่อใช้ในการคำนวณหาอัตราการเกิดอุบัติเหตุ และ ซึ่งการคำนวณหาปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อหนึ่งช่องจราจรตลอดทั้งปี มีวิธีดังนี้

- 1) จากข้อมูลปริมาณจราจร นำปริมาณจราจรของยานพาหนะแต่ละประเภททั้ง 13 ประเภท มาคูณด้วยหน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลในตารางที่ 1 จากนั้นรวมปริมาณจราจรทุกประเภทเข้าด้วยกัน
- 2) นำผลรวมคูณด้วยค่า Load Distribution Factor ตามจำนวนช่องจราจร ในตารางที่ 2 จะได้ปริมาณจราจรเฉลี่ยต่อวันต่อช่องจราจรตลอดทั้งปี (AADT/Lane) ของแต่ละสายทาง

ตารางที่ 1 หน่วยเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (passenger car unit)

ประเภทยานพาหนะ	ค่าคงที่, passenger car unit (PCU)
- รถจักรยานยนต์	0.333
- รถยนต์นั่งไม่เกิน 7 คน	1
- รถยนต์นั่ง เกิน 7 คน	1
- รถบรรทุกเล็ก 4 ล้อ	1
- รถโดยสารขนาดเล็ก	1.5
- รถโดยสารขนาดกลาง	1.5
- รถบรรทุกกลาง 6 ล้อ	2.1
- รถโดยสารขนาดใหญ่	2.1
- รถบรรทุก 10 ล้อ	2.5
- รถบรรทุกพ่วง	2.5
- รถบรรทุกกึ่งพ่วง	2.5

ที่มา: สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง เมษายน 2555

ตารางที่ 2 Load Distribution Factor

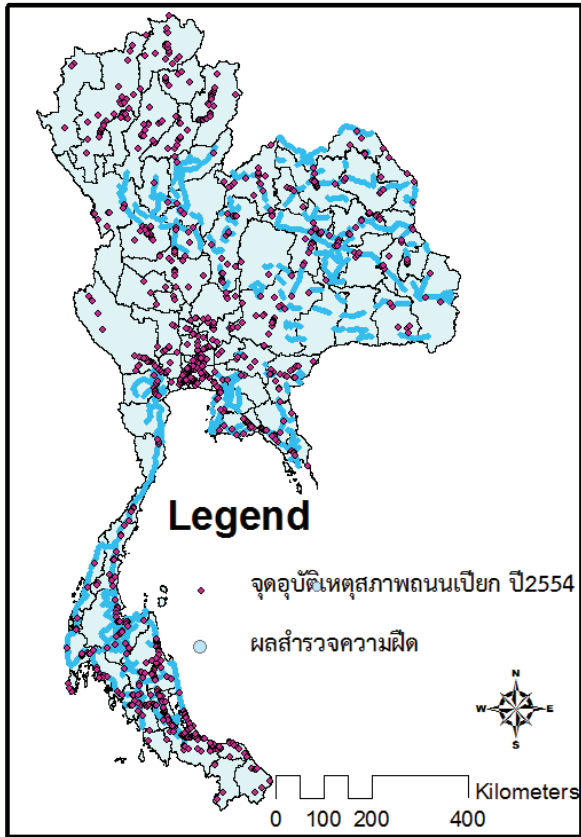
จำนวนช่องจราจร	ค่าคงที่
< 4 ช่องจราจร	0.5
4 ≤ ช่องจราจร ≤ 6	0.45
> 6 ช่องจราจร	0.4

ที่มา: กรมทางหลวง

## 3.2 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา

### 3.2.1 ระบุตำแหน่งลงบนแผนที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากข้อมูลอุบัติเหตุและข้อมูลความผิด นำจุดพิกัดพื้นที่ของการเก็บข้อมูลความผิด และจุดอุบัติเหตุเข้าระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (GIS) โดยจุดพิกัด Lat - Long ของจุดข้อมูลในแต่ละค่าความผิดและอุบัติเหตุ ซึ่งเมื่อนำเข้าข้อมูลในระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ จะสามารถระบุจุดความผิดและอุบัติเหตุลงบนแผนที่ประเทศไทยดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ตัวอย่างผลการระบุจุดความผิดปกติทางและจุดอุบัติเหตุของปี 2554

### 3.2.2 การคัดเลือกช่วงถนน

จากการระบุจุดความเสียหายและจุดอุบัติเหตุลงบนแผนที่ดังรูปที่ 8 จากนั้นทำการพิจารณาคัดเลือกช่วงถนนที่จะใช้วิเคราะห์ โดยใช้หลักการพิจารณาดังนี้

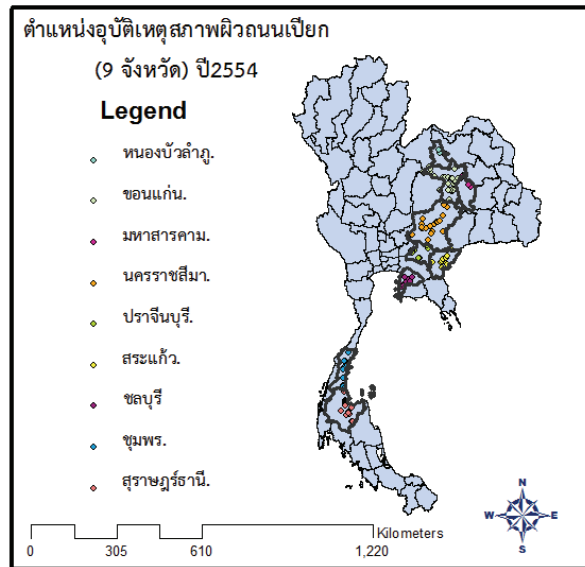
- มีค่าความถี่ของการเกิดอุบัติเหตุบนสภาพผิวจราจรเป็ยงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงถนน
- ตำแหน่งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นต้องสัมพันธ์กับช่วงที่มีการเก็บค่าความเสียหายผิวทาง

จากผลการพิจารณาคัดเลือกช่วงถนนสำหรับวิเคราะห์ มีจำนวนทั้งสิ้น 19 สายทาง ระยะทางรวมโดยประมาณ 386.350 กิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่จังหวัดหนองบัวลำภู ขอนแก่น นครราชสีมา สระแก้ว ปราจีนบุรี มหาสารคาม ชลบุรี ชุมพร และสุราษฎร์ธานี รูปที่ 9 และรายชื่อสายทางดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายชื่อสายทางจากผลการคัดเลือกช่วงถนน

หมายเลขทางหลวง	ตอนควมคุม	ชื่อสายทาง	ระยะทาง (กม.)
002	0901	บ้านไผ่ - ท่าพระ	25.50
002	0902	ท่าพระ - ขอนแก่น	25.50
002	1101	หินลาด - โนนสะอาด	25.50
213	0101	มหาสารคาม - กม.22+378 (ต่อเขตแขวงฯ กาฬสินธุ์)	18.87

230	0200	ถนนวงแหวนรอบเมืองขอนแก่นด้านทิศตะวันออก	2.11
002	0200	มวกเหล็ก - ปากช่อง	10.00
012	1601	แยกไปภูเวียง - บ้านฝาง	18.50
033	0600	ทางแยกไปวัดนาค - เขตแดน (อรัญประเทศ)	7.50
210	0200	หนองวัวซอ - หนองบัวลำภู	17.30
041	0501	ไชยา - บรรจบทางหลวงหมายเลข 401 (พุนพิน)	33.90
004	1300	น้ำรอด - ไชยราช	21.00
004	1400	ไชยราช - ท่าชะ	26.40
004	1500	ท่าชะ - สีแยกปฐมพร (ชุมพร)	22.70
213	0102	ทางเลี่ยงเมืองมหาสารคาม	6.63
359	0200	กม.45+851 (ต่อเขตแขวงฯ ปราจีนบุรี) - บรรจบทางหลวงหมายเลข 33 (คลองยาง)	14.15
041	0701	พุนพิน-กม.210+255 (ต่อเขตสนบท สุราษฎร์ธานีที่ 3)	35.93
041	0800	เวียงสระ - กม.250+000 (ต่อเขตแขวงฯ นครศรีธรรมราชที่ 2)	24.26
344	0200	บ้านบึง - กม.62+600 (ต่อเขตแขวงฯ ระยอง)	27.85
226	0101	แยกทางหลวงหมายเลข 224 (นครราชสีมา) - จุดเริ่มทางเลี่ยงเมืองจักราช	22.75
จำนวน 19 สายทาง รวมระยะทาง			386.35



รูปที่ 9 แผนที่ตำแหน่งอุบัติเหตุบนช่วงถนนที่ทำการพิจารณาคัดเลือกปี 2554

### 3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

- ข้อมูลความผิด
  - 1) แบ่งช่วงถนนออกเป็นระยะทางทุกๆ 500 เมตร
  - 2) พิจารณาค่าความผิดทุกๆ 100 เมตร
  - 3) หาค่าความผิดเฉลี่ย
- ข้อมูลอุบัติเหตุ
  - 1) เลือกอุบัติเหตุสภาพถนนเป็ยงที่อยู่ในช่วงความผิดทุก 500 เมตร
  - 2) คำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุแต่ละช่วงตามสมการ (2)

$$\text{Wet Accident Rate (per } 10^8 \text{ VKT)} = \frac{A(10^8)}{(365 \cdot T \cdot V \cdot L)} \quad (2)$$

เมื่อ

- A = จำนวนอุบัติเหตุในช่วงเวลาที่วิเคราะห์(สภาพเปียก)
- T = ช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ปี)
- V = ปริมาณจราจรใน 1 วัน เฉลี่ยทั้งปี, AADT (คันต่อวัน/ช่องจราจร)
- L = ความยาวของช่วงถนน (กิโลเมตร)

### 3.2.4 การจัดหมวดหมู่ถนนที่เหมาะสม

จากผลการพิจารณาคัดเลือกสายทางและการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน จากนั้นนำมาจัดหมวดหมู่ถนนสำหรับกรณีวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อกำหนดระดับตรวจสอบให้มีความเหมาะสมกับประเภทและตามลักษณะกายภาพของถนน ซึ่งจัดหมวดหมู่ออกเป็น 3 หมวดหมู่คือ

- หมวดหมู่ 1: พิจารณาทุกสายทาง
- หมวดหมู่ 2: จำนวนช่องจราจร
  - ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร
  - ทางหลวง 2 ช่องจราจร
- หมวดหมู่ 3: ลักษณะทางกายภาพถนน
  - ทางตรง
  - ทางโค้ง

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและจัดหมวดหมู่ถนนแล้ว จากนั้นนำข้อมูลความถี่และอัตราการเกิดอุบัติเหตุไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS โดย กำหนดแกน X เป็นค่าความถี่ กำหนดแกน Y เป็นค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

## 4. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอุบัติเหตุจราจร โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 3 หมวดหมู่ รวม 5 ประเภทได้ผลดังนี้

### 4.1 แบบจำลองความสัมพันธ์

ตารางที่ 4 แบบจำลองความสัมพันธ์

Categories	Model	R <sup>2</sup>	Sig.	IL
M <sub>1</sub> พิจารณาทุกสายทาง	Wet Accident rate = 20.886(Skid) <sup>0.48</sup>	0.249	0.0001	0.35
M <sub>21</sub> ทางหลวง 2 ช่องจราจร	Wet Accident rate = 28.436(Skid) <sup>-0.36</sup>	0.280	0.0095	0.35
M <sub>22</sub> ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร	Wet Accident rate = 16.907(Skid) <sup>-0.57</sup>	0.230	0.0047	0.30
M <sub>31</sub> ทางตรง	Wet Accident rate = 24.887(Skid) <sup>-0.32</sup>	0.122	0.0365	0.30
M <sub>32</sub> ทางโค้ง	Wet Accident rate = 23.189(Skid) <sup>0.51</sup>	0.388	0.0034	0.40

## 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอุบัติเหตุจราจร

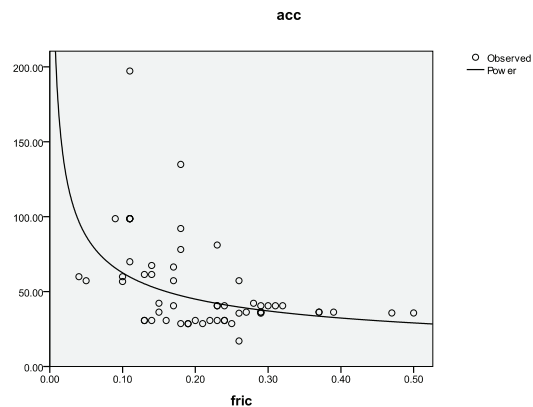
### 4.2.1 หมวดหมู่ 1: พิจารณาทุกสายทาง

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือ R<sup>2</sup> มีค่าเป็น 0.249 แสดงถึงค่าความถี่ของถนนมีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุ และจากค่าทดสอบ F-Test ของแบบจำลองพบว่า ค่าความถี่ของถนนมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุด้วยนัยสำคัญที่ 0.0001 หรือระดับความเชื่อมั่นที่ 99.999 คือมากกว่า 95 %

$$y = 20.886x^{-0.48} \quad \text{และค่า } R^2 = 0.249$$

Sig. ของ F-test = 0.0001

จากสมการจะเห็นว่า ค่าความต้านทานการลื่นไถลแปรผกผันกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ โดยเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่เมื่อถึงค่าค่าหนึ่ง



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนผิวจราจร (ทุกสายทาง)

### 4.2.2 หมวดหมู่ 2: จำนวนช่องจราจร

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร และทางหลวง 2 ช่องจราจรพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือ R<sup>2</sup> มีค่าเป็น 0.230 และ 0.280 ตามลำดับ แสดงถึงค่าความถี่ของถนนมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุ และจากค่าทดสอบ F-Test ของแบบจำลองพบว่า ค่าความถี่ของถนนมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุด้วยนัยสำคัญที่ 0.0047 และ 0.0095 ตามลำดับ หรือระดับความเชื่อมั่นที่ 99.995 และ 99.990 คือมากกว่า 95 %

สำหรับทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร

$$y = 16.907x^{-0.57} \quad \text{และค่า } R^2 = 0.230$$

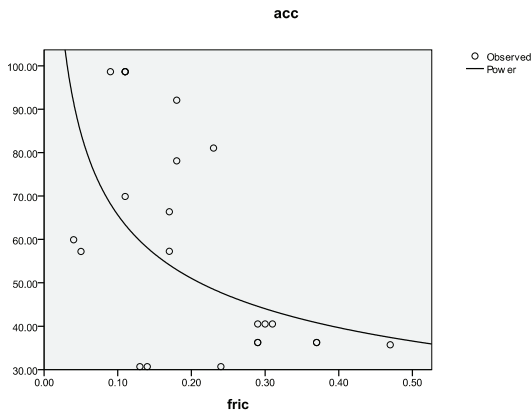
Sig. ของ F-test = 0.0047

และทางหลวง 2 ช่องจราจร

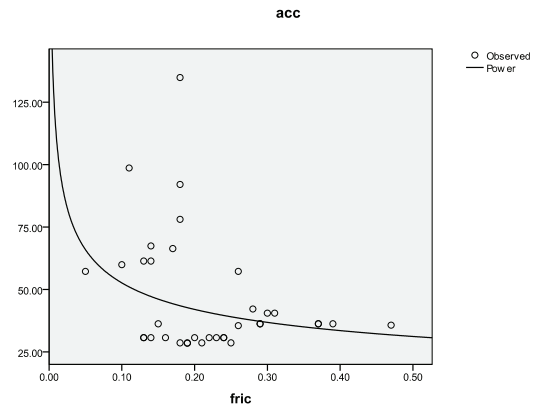
$$y = 28.436x^{-0.36} \quad \text{และค่า } R^2 = 0.280$$

Sig. ของ F-test = 0.0095

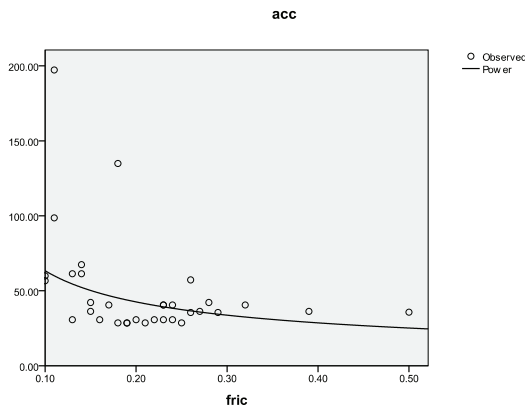
จากสมการทั้งสองจะเห็นว่า ค่าความต้านทานการลื่นไถลแปรผกผันกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ โดยเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่เมื่อถึงค่าค่าหนึ่ง



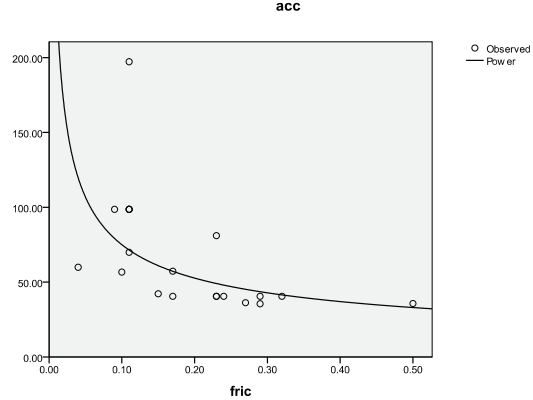
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนผิวจราจร (ทางหลวง 2 ช่องจราจร)



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนผิวจราจร (ทางตรง)



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนผิวจราจร (ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร)



รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานการลื่นไถลและอัตราการเกิดอุบัติเหตุบนผิวจราจร (ทางโค้ง)

#### 4.2.3 หมวดหมู่ 3: ลักษณะทางกายภาพถนน

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทางตรงและทางโค้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย หรือ  $R^2$  มีค่าเป็น 0.122 และ 0.387 ตามลำดับ แสดงถึงค่าความผิดพลาดของถนนมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุ และค่า  $R^2$  ของทางตรงค่อนข้างต่ำกว่าทางโค้ง แสดงให้เห็นว่าทางโค้งมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าทางตรง และจากค่าทดสอบ F-Test ของแบบจำลองพบว่า ค่าความผิดพลาดของถนนมีอิทธิพลต่อค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุด้วยนัยสำคัญที่ 0.0365 และ 0.0034 ตามลำดับ หรือระดับความเชื่อมั่นที่ 99.963 และ 99.996 คือมากกว่า 95 % สำหรับทางตรง

$$y = 24.887x^{-0.32} \quad \text{และค่า } R^2 = 0.122$$

Sig. ของ F-test = 0.0365

สำหรับทางโค้ง

$$y = 23.189x^{-0.51} \quad \text{และค่า } R^2 = 0.388$$

Sig. ของ F-test = 0.0034

จากสมการจะเห็นว่า ค่าความต้านทานการลื่นไถลแปรผกผันกับอัตราการเกิดอุบัติเหตุ โดยเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลงอัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มขึ้นจากนั้นเริ่มคงที่เมื่อถึงค่าค่าหนึ่ง

#### 4.3 ตารางเกณฑ์กำหนดค่าระดับตรวจสอบ (Investigation Level; IL)

เมื่อนำค่าความผิดโดยเพิ่มขึ้นทีละ 0.05 มาแทนค่าในสมการของแบบจำลองทั้ง 5 ประเภท จะได้ค่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุของแต่ละประเภท เมื่อพิจารณาความแตกต่างของอัตราการเกิดอุบัติเหตุแต่ละค่า พบว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุเริ่มมีค่าลดลงอย่างคงที่เมื่อถึงค่าค่าหนึ่ง ซึ่งทั้ง 5 ประเภทสรุปได้ดังตารางที่ 5 นี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์กำหนดค่าระดับตรวจสอบ (Investigation Level)

หมวดหมู่และคำจำกัดความ		ค่าระดับตรวจสอบ				
		0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
M <sub>1</sub>	พิจารณาทุกสายทาง					
M <sub>21</sub>	ทางหลวง 2 ช่องจราจร					
M <sub>22</sub>	ทางหลวง > 2 ช่องจราจร					
M <sub>31</sub>	ทางตรง					
M <sub>32</sub>	ทางโค้ง					

ค่าระดับตรวจสอบ	
-----------------	--

จากตารางที่ 5 สามารถสรุปได้ว่า ถนนประเภทพิจารณาทุกสายทาง และทางหลวง 2 ช่องจราจรมีค่าระดับตรวจสอบเท่ากับ 0.35 ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจรและทางตรงมีค่าระดับตรวจสอบเท่ากับ 0.30 และทางโค้งมีค่าระดับตรวจสอบเท่ากับ 0.40

## 5. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้ได้แบ่งกลุ่มการวิเคราะห์เป็น 3 หมวดหมู่รวม 5 ประเภท คือ พิจารณาทุกสายทาง ทางหลวง 2 ช่องจราจร ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร ทางตรงและทางโค้ง พบว่าอัตราการเกิดอุบัติเหตุแปรผกผันกับค่าความต้านทานการลื่นไถลทั้ง 3 หมวดหมู่ กล่าวคือ เมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลต่ำทำให้เกิดอุบัติเหตุสูงขึ้นและเริ่มลดลงเมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มขึ้น จากนั้นเริ่มคงที่เมื่อค่าความต้านทานการลื่นไถลถึงค่าค่าหนึ่ง โดยทางโค้งจะความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดซึ่งมีค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 0.388 รองลงมาคือ ทางหลวง 2 ช่องจราจร, พิจารณาทุกสายทาง, ทางหลวงมากกว่า 2 ช่องจราจร และทางตรง มีค่า R<sup>2</sup> เท่ากับ 0.280, 0.249, 0.230, และ 0.122 ตามลำดับ

### 5.2 สรุปเกณฑ์ในการออกแบบถนน

จากผลการพิจารณาค่า IL ถนนประเภทพิจารณาทุกสายทางและทางหลวง 2 ช่องจราจรมีค่า IL เท่ากับ 0.35 ทางหลวง > 2 ช่องจราจร และทางตรงมีค่า IL เท่ากับ 0.30 และทางโค้งมีค่า IL เท่ากับ 0.40

ผลสามารถนำไปใช้เสนอแนะเป็นแนวทางเกณฑ์ค่าตรวจสอบความฝืดผิวทางที่เหมาะสมสำหรับถนนของประเทศไทย ซึ่งจะสามารถใช้ประกอบในการวางแผนการบำรุงผิวทางเพื่อให้ค่าความฝืดของผิวทางคงสภาพเหมาะสมในการใช้งาน ช่วยลดอุบัติเหตุจากความฝืดผิวทางได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) ข้อมูลความฝืดที่จะนำมาวิเคราะห์ควรมีการคัดกรองข้อมูลก่อน เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R<sup>2</sup>) เพิ่มมากขึ้น
- 2) ในการกำหนดเกณฑ์ค่าความฝืดที่เหมาะสมสำหรับถนนประเภทต่างๆ เป็นเพียงแนวทางเพื่อลดอุบัติเหตุที่เกิดจากสภาพผิวทางเท่านั้น ทั้งนี้การเกิดขึ้นอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆด้วย

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ลัดดา ตันวามิชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาและประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ และ คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนวทางในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี และขอขอบคุณ สำนักอำนวยการความปลอดภัย สำนักวิจัยและพัฒนางานทาง กรมทางหลวง และบริษัท เอสทีเอส เอ็นจิเนียริง คอนซัลแทนต์ ที่ได้ให้ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักอำนวยการความปลอดภัย, 2549 , คู่มือ“การเฝ้าระวังและแก้ไขปัญหาการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวง”เรื่อง วิศวกรรมจราจร (Traffic Engineering) กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม
- [2] ศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย, โครงการโครงการศึกษาค่าความเสียดทานของผิวทางที่มีผลต่อความปลอดภัยทางถนน, ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2555 จาก <http://images.centralsafety.multiply.com/content.com>
- [3] วุฒิพงษ์ ธรรมศรี, 2554, การบ่งชี้จุดอันตรายบนทางหลวงในประเทศไทยด้วยวิธีอัตราการเกิดอุบัติเหตุวิกฤต, วารสารวิจัยมช. (บศ.) 11(3):ก.ค.-ก.ย.
- [4] Stevenson, A., M. Phillips, et al. (2008). Using SCRIM investigatory levels to identify, manage and set priopritise - the investigation process. INTERNATIONAL SAFER ROADS CONFERENCE - MAY 2008
- [5] ประเสริฐ บุญรักษา and ชาโน พงศ์ศรี (2012). การทดสอบความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ของพื้นผิวถนนโดย Portable Skid Resistance Tester. กรุงเทพฯ, สำนักวิเคราะห์และตรวจสอบกรมทางหลวง: 18
- [6] Seiler-Scherer, L. (2004) Is the Correlation Between Pavement Skid Resistance and Accident Frequency Significant? *Conference Paper STRC*, Swiss Transport Research Conference, Switzerland.
- [7] Al-Mansour, A. I. (2006). "Effects of Pavement Skid Resistance on Traffic Accidents." 3(1): 75-78.
- [8] C.Kennerdy ,J.Donbavand.(2007) Relationship between Skid Resistance and Accidents on Local Roads in South West of England.