การประเมินระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ ในด้านการมองเห็น การรับรู้และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมจราจร

An Assessment of Automatic Lane Control System on Chalong - Rat Expressway ; Related to Perception and Following Traffic Engineering Principle

เกื้อกูล เอี่ยมชูแสง[1,*] นันทวรรณ พิทักษ์พานิช[2] เทพฤทธิ์ รัตนปัญญากร[3]

[1] วิทยากรระดับปฏิบัติการ 5 แผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[2] หัวหน้าแผนกทดสอบ ควบคุมคุณภาพและพัฒนามาตรฐาน กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
[3] ผู้อำนวยการ กองวิจัยและพัฒนา การทางพิเศษแห่งประเทศไทย
**Corresponding author; E-mail address: palm5712@gmail.com*

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) ได้มีการพัฒนาและกำหนดมาตรการบริหารจัดการช่องจราจร เพื่อยกระดับการให้บริการเพื่อลดภาระงานของเจ้าหน้าที่ และป้องกันการเกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาการจราจรติดขัด ปัญหาการกระทำผิดกฎหมายจราจร ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อน เป็นต้น โดย กทพ. ได้มีการพัฒนา“ระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (Automatic Lane Control System)” ติดตั้งบนทางพิเศษฉลองรัช บริเวณทางลงถนนเกษตร-นวมินทร์เพื่อบริหารจัดการช่องจราจรและป้องปรามการกระทำผิดกฎหมายจราจร เช่น การใช้ความเร็วเกินกำหนด การวิ่งไหล่ทาง การฝ่าฝืนเส้นทึบ เป็นต้น ซึ่งระบบฯ สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ (Microwave Radar Sensor) มาประมวลผลร่วมกับข้อมูลจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) และนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลแสดงผ่านจอภาพชนิด LED แบบ Full Color ในรูปแบบของสัญลักษณ์จราจรตัวเลขความเร็ว และข้อความหรือภาพเพื่อแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้ทาง ทั้งนี้ จากการประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้ทางพิเศษในด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามหลักวิศวกรรมจราจร ผู้วิจัยพบว่าระบบฯ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการช่องจราจร เพิ่มความเร็วและอัตราการไหลของจราจรได้มากขึ้น ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากกรณีการเบี่ยงเปลี่ยนช่องทางกะทันหัน และการขับขี่ในช่องทางจราจรฉุกเฉิน (ไหล่ทาง) และป้องปรามการกระทำผิดกฎหมายจราจรได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : จอภาพชนิดLED, การมองเห็นและการรับรู้, พฤติกรรมผู้ใช้ทางพิเศษ, อัตราการไหลของจราจร

Abstract

The Expressway Authority of Thailand (EXAT) has initiated an automatic lane control system on Chalong - Rat expressway to manage lane control and prevent illegal actions such as over speed limit violation, driving on shoulder lane, and solid lines violation. This system aims to reduce manpower on expressways, to maintain a traffic flow, to prevent traffic rules violation and to reduce incidents on expressways. The system has been working 24/7 by using microwave radar sensors together with CCTV cameras. The data from sensors and CCTV cameras will then be processed and presented through LED full color signboards in the forms of traffic signs, vehicle speed number, warning signs and messages notifying incidents occur red ahead. From the assessment of users' behaviors on visual condition, driving perception, and conformation of traffic engineer principle, it is shown that the system can help increase efficiency in lane control management and improve average speed and flow. Also, the system can help reduce accident rates in case of the sudden lane changes and driving in the emergency lane (shoulder lane) and prevent traffic violations.

Keywords : automatic lane control system, Expressway user behavior, Chalong - Rat expressway, traffic engineer principle

1. บทนำ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เปิดให้บริการทางพิเศษจำนวน 8 สายทาง ระยะทางรวม 224.6 กิโลเมตร ในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล โดยมีผู้ใช้บริการเฉลี่ยมากกว่า 1.8 ล้านเที่ยวต่อวัน ทางพิเศษฉลองรัชให้บริการตั้งแต่อาจณรงค์ ถึง จตุโชติ มีระยะทาง 28.2 กิโลเมตร มีผู้ใช้บริการเฉลี่ยมากกว่า 250,000 เที่ยวต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 13.9 ของปริมาณผู้ใช้บริการทางพิเศษทั้งหมด กทพ. ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลเพื่อประเมินสภาพจราจรบนทางพิเศษฉลองรัช พบว่าบริเวณทางลงถนนประเสริฐมนูกิจ (ถนนเกษตร - นวมินทร์) บริเวณ กม. 14+200 ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (16.00 – 18.00 น.) มีปริมาณรถสะสมเป็นจำนวนมาก ซึ่งเกิดจากสาเหตุปริมาณรถในส่วนพื้นราบบริเวณนั้นมีจำนวนมาก ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและปริมาณรถพื้นราบบริเวณทางลง

บริเวณถนนประเสริฐมนูกิจ (ถนนเกษตร - นวมินทร์) ในช่วงเวลา 16.00 - 18.00 น. ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณรถสะสมขึ้นมาบนทางพิเศษเป็นจำนวนมาก จนเกิดเป็นแถวคอยและทำให้ขัดขวางต่ออัตราการไหลของจราจรในช่องทางหลัก (Main Line) นำไปสู่พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ใช้ทางและการกระทำผิดกฎหมายจราจร เช่น การเปลี่ยนช่องทางในพื้นที่ห้ามเปลี่ยน การตัดกระแสจราจร และการฝ่าฝืนใช้ช่องจราจรฉุกเฉินจนส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ ดังรูปที่ 2

รูปที่ 2 สภาพปริมาณการจราจรสะสมบริเวณก่อนทางลงถนนประเสริฐมนูกิจ ประมาณ 1 กิโลเมตร ในช่วงเวลา 16.00 – 18.00 น.

ในระยะแรก กทพ. ได้มีมาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าว คือ การตีเส้นทึบ (เส้นห้ามเปลี่ยนช่องจราจร) และป้ายเครื่องหมาย / ข้อความแสดงพื้นที่ห้ามเปลี่ยนช่องทาง พร้อมทั้งมีมาตรการแจ้งเตือนผู้ใช้ทางไม่ให้ฝ่าฝืนกฎจราจร เพื่อจัดการช่องจราจรบริเวณทางลงยังถนนประเสริฐมนูกิจ (ถนนเกษตร - นวมินทร์) ลดปัญหาการตัดกระแสจราจร และจัดระเบียบการใช้ช่องทาง ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลก่อน – หลังการแก้ไขปัญหาในระยะแรก (มาตรการตีเส้นทึบ) พบว่า ยังมีผู้ใช้ทางบางกลุ่มฝ่าฝืนเครื่องหมายบังคับใช้จราจรอยู่ กทพ. จึงได้ศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าวในระยะยาว โดยได้ดำเนินการพัฒนา “ระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (Automatic Lane Control System)” เพื่อให้บริเวณทางลงถนนประเสริฐมนูกิจมีระบบบริหารจัดการช่องจราจรที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์ และทำงานได้โดยอัตโนมัติ ตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ อาทิ อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร (Microwave Radar Sensor), กล้องอ่านแผ่นป้ายทะเบียน (License Plate Recognition Camera), ป้ายแสดงผลชนิด LED OUTDOOR ฯลฯ มาเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการช่องจราจร โดยมีการติดตั้งป้ายแสดงผล LED ควบคุมช่องทางขนาด 1x1 เมตร จำนวน 8 ป้าย, ป้ายแสดงผล LED แสดงข้อความ/ภาพรถที่ใช้ความเร็วเกินกำหนดขนาด 4x2 เมตร จำนวน 1 ป้าย, อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร จำนวน 1 ตัว, กล้องอ่านแผ่นป้ายทะเบียน จำนวน 2 ตัว และกล้องบันทึกเหตุการณ์ จำนวน 1 ตัว โดยติดตั้งไว้ที่บริเวณก่อนทางลงถนนประเสริฐมนูกิจประมาณ 2 กิโลเมตร จำนวน 3 จุดติดตั้ง และมีระยะห่าง ในแต่ละจุดติดตั้งประมาณจุดละ 500 – 1,000 เมตร ดังนี้ กม. 12+500, 13+500 และ 14+000 โดยมีลักษณะการติดตั้ง ดังรูปที่ 3 เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการใช้ช่องทางและกำหนดความเร็วที่เหมาะสมแบบอัตโนมัติ ตรวจจับพร้อมแจ้งเตือนกรณีใช้ความเร็วเกินกำหนด แจ้งเตือนกรณีเมื่อบริเวณนั้นเกิดอุบัติการณ์และกรณีซ่อมบำรุงต่าง ๆ โดยระบบฯ จะแสดงผลเป็นรูปภาพและข้อความผ่านป้ายแสดงผล LED ที่ติดตั้งในบริเวณนั้น ๆ เพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้ทางให้มีความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น และช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อน รุนแรงที่จะตามมาได้ โดยที่ระบบฯ สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ตลอด 24 ชั่วโมง

รูปที่ 3 แสดงลักษณะการติดตั้งและการแสดงผลของป้าย LED ควบคุมช่องทางและป้าย LED แสดงข้อความ/ภาพ ที่บริเวณ กม. 12+500, 13+500, 14+000

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของป้ายจราจร

1) ป้ายบังคับ คือ ป้ายจราจรที่บังคับให้ผู้ใช้ทางปฏิบัติตามความหมายของเครื่องหมายจราจรที่ปรากฏอยู่บนป้ายจราจรนั้น โดยผู้ใช้ทางต้องกระทำ งดเว้นการกระทำหรือจำกัดการกระทำในบางประการ และมีผลบังคับใช้ตามกฎหมาย

2) ป้ายเตือน คือ ป้ายจราจรที่ใช้เตือนผู้ใช้ทางทราบล่วงหน้าถึงลักษณะของทาง หรือทางข้างหน้ากำลังจะมีเหตุการณ์บางอย่างที่อาจก่อให้เกิดอันตรายขึ้นได้เพื่อให้ผู้ใช้ทางเพิ่มความระมัดระวังมากยิ่งขึ้น

3) ป้ายแนะนำ คือ ป้ายจราจรที่แนะนำให้ผู้ใช้ทางทราบข้อมูลอันเกี่ยวกับการเดินทาง การจราจร และการนำไปสู่จุดหมายปลายทาง เช่น เส้นทางที่จะใช้ทิศทาง ระยะทาง สถานที่ รวมถึงข้อมูลอื่น ๆ เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการเดินทางได้ถูกต้อง สะดวก และปลอดภัย [1]

2.2 ประเภทของป้ายจราจรชนิดแขวนสูง

การติดตั้งป้ายจราจรชนิดแขวนสูง โดยปกติจะถูกติดตั้งบนทางเพื่อให้บริการแก่รถยนต์ที่สามารถใช้ความเร็วสูงได้ เช่น ทางหลวง บนทางพิเศษ เป็นต้น ป้ายจราจรชนิดแขวนสูงจึงมีบทบาทสำคัญในการให้ข้อมูลแจ้งเตือน หรือบังคับใช้กฎหมาย ป้ายจราจรชนิดแขวนสูงสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร (Overhead Sign) โดยมีลักษณะของป้ายดังรูปที่ 4 ทั้งนี้ การเลือกใช้งานหรือการติดตั้งขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละประเภทของทาง หรือลักษณะทางกายภาพ

รูปที่ 4 แสดงลักษณะป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) และป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร (Overhead Sign)

1) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign) จะติดตั้งที่บริเวณทางที่มีขนาด 2 – 4 ช่องจราจร รวมทั้งมีองค์ประกอบข้อใดข้อหนึ่งตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

- มีปริมาณการจราจรมากกว่า 4,000 คัน ต่อวัน
- ลักษณะทางกายภาพไม่เอื้อต่อการติดตั้งป้าย เช่น กรณีไหล่ทางแคบ
- บริเวณที่ควบคุม จุดเข้า-ออก

2) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร (Overhead Sign หรือ Gantry) ป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร การติดตั้งจะติดตั้งที่บริเวณทางหลวงที่มีขนาด 4 – 6 ช่องจราจร หรือ มากกว่า และในบริเวณที่มีความต้องการควบคุมการใช้ช่องจราจร รวมทั้งมีองค์ประกอบข้อใดข้อหนึ่งตามหลักเกณฑ์ ดังนี้

- มีปริมาณการจราจรมากกว่า 8,000 คัน ต่อวัน
- บริเวณทางแยกต่างระดับ
- ลักษณะทางกายภาพไม่เอื้อต่อการติดตั้งป้าย เช่น กรณีไหล่ทางแคบ
- บริเวณที่ควบคุม จุดเข้า – ออก

2.3 รายละเอียดบนป้ายจราจร (Traffic Sign Detail)

1) สีของป้ายจราจร (Color of Sign) สีของป้ายจราจรมาตรฐานกำหนดให้ใช้ป้ายพื้นสีเขียว แต่สัญลักษณ์ อักษร และตัวเลขสีขาว และสำหรับสัญลักษณ์หมายเลขทางหลวง ให้เป็นไปตามมาตรฐานป้ายหมายเลขทางหลวงชนบท

2) ขนาดของตัวอักษรและตัวเลข (Size of character) ต้องมีขนาดใหญ่กว่าป้ายแนะนำทั่วไป และต้องออกแบบให้สามารถรองรับการจราจรที่ไหลอย่างต่อเนื่องด้วยความเร็วสูง ขนาดของตัวอักษรและตัวเลข (ภาษาไทย) สามารถดูได้จากตารางแสดงขนาดตัวอักษรและตัวเลขของป้ายดังตารางที่ 1 สำหรับการลดขนาดของตัวอักษรและตัวเลข ให้ใช้ในกรณีจำเป็นเท่านั้น และให้เป็นไปตามสัดส่วนของป้ายและขนาดของข้อความ ซึ่งได้กำหนดไว้ในหนังสือมาตรฐานตัวอักษรและตัวเลขสาหรับป้ายจราจร [2]

ตารางที่ 1 แสดงขนาดตัวอักษรและตัวเลขบนป้ายจราจรแขวนสูง

ชนิดของป้ายจราจร	ขนาดแนะนำ	ขนาดกรณีจำเป็น
ป้ายจราจรแขวนสูงแบบแขนยื่น (Overhang Sign)	30 เซนติเมตร	25 เซนติเมตร
ป้ายจราจรแขวนสูงแบบคร่อมผิวจราจร (Overhead Sign)	50 เซนติเมตร	40 เซนติเมตร

2.4 ความสัมพันธ์ของความเร็วและขนาดของตัวอักษรบนป้ายจราจร

การใช้ความเร็วในช่วงต่าง ๆ ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบป้ายจราจร ทั้งในส่วนของขนาดตัวอักษร ตัวเลข และตำแหน่งในการติดตั้งป้ายจราจร เพื่อให้ผู้ใช้ทางสามารถมองเห็น รับรู้ และปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ในทุกช่วงของความเร็ว จึงได้มีการพิจารณาขนาดตัวอักษรและตัวเลข พร้อมทั้งตำแหน่งติดตั้งป้ายจราจร เพื่อให้ผู้ใช้ทางมีความเข้าใจและสามารถตัดสินใจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของค่าต่าง ๆ ดังนี้ ช่วงของการใช้ความเร็ว ระยะทางที่อ่านป้ายจราจรเพื่อมองเห็นและรับรู้ได้ ระยะทางที่เหมาะสมในการติดตั้ง และขนาดของตัวอักษรหรือตัวเลข และได้มีการสรุปค่าความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามหลักวิศวกรรมจราจร [3] ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความเร็ว ระยะทางการอ่านป้ายจราจร ตำแหน่งติดตั้งป้ายจราจร และขนาดของตัวอักษร

ลำดับ	ความเร็ว (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	ระยะทางในการอ่านป้ายเพื่อมองเห็นและรับรู้ (เมตร)	ระยะทางที่เหมาะสมในการติดตั้งป้ายจราจร (เมตร)	ขนาดความสูงของตัวอักษรและตัวเลข (เซนติเมตร)
1	100	83.40	150	30
2	110	91.74	160	32
3	120	100.08	170	34
4	130	108.42	180	36
5	140	116.76	190	38
6	150	125.10	200	40

2.5 ระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางหลวง

สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง ได้ดำเนินโครงการบริหารจัดการจราจร เพื่อควบคุมการใช้ช่องทาง บนทางหลวงหมายเลข 2 ช่วงสระบุรี – นครราชสีมา โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำเทคโนโลยีทางด้าน Intelligent Transportation Systems มาใช้ในการจัดการควบคุมการใช้ช่องทาง ส่งเสริมมาตรการการบังคับใช้ทางด้านกฎหมาย โดยทำการแสดงผลความเร็วและแจ้งเตือนผู้ขับขี่โดยแสดงภาพถ่ายแบบอัตโนมัติบนป้ายเตือน เพื่อควบคุมยานพาหนะที่ใช้ความเร็วเกินกำหนดและควบคุมยานพาหนะที่ใช้ช่องจราจรไม่เหมาะสมในตำแหน่งที่ถูกคัดเลือกเป็นโครงการนำร่อง เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเดินทางบนโครงข่ายในช่วงเวลาปกติและช่วงเทศกาล

โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรแบบอัตโนมัติ (Microwave Radar Sensor) และกล้องวงจรปิด (CCTV) มาทำการประมวลผลร่วมกัน เช่น การเปรียบเทียบค่าความเร็วของยานพาหนะนั้น กับค่าเงื่อนไขความเร็วกำหนดไว้หากมีความเร็วเกินกำหนดระบบจะสั่งการให้กล้องวงจรปิด (CCTV) เก็บรูปของยานพาหนะนั้นการเปรียบเทียบประเภทยานพาหนะในแต่ละช่องจราจร หากตรวจพบรถบรรทุกในช่องทางที่ไม่ถูกกำหนดไว้ระบบจะสั่งการให้กล้องวงจรปิด (CCTV) เก็บรูปรถบรรทุกดังกล่าว แล้วนำไปแสดงผลขึ้นบนป้าย LED ระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางหลวง มีหน้าที่การทำงานอยู่ 3 ระบบหลัก ๆ ดังนี้

1) ระบบควบคุมยานพาหนะแบบอัตโนมัติ (Automatic Lane Control System) ควบคุมการใช้ช่องจราจรของรถบรรทุก รถโดยสาร และรถยนต์ 4 ล้อเล็ก โดยแสดงสัญลักษณ์ของรถประเภทต่างๆ บนป้ายเหนือช่องจราจร

2) ระบบแสดงผลความเร็วแบบอัตโนมัติ (Automatic Speed and Warning Display System) แสดงผลการจำกัดความเร็วแบบอัตโนมัติบนป้ายเหนือช่องจราจรให้เหมาะสมกับประเภทยานพาหนะต่างๆ เพื่อแนะนำให้ผู้ขับขี่ใช้ความเร็วที่เหมาะสม

3) ระบบการแจ้งเตือนอุบัติการณ์ (Automatic Incident Detection Systems) อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรที่ติดตั้งข้างหน้าจะทำการตรวจจับรถจอด (Stopped Vehicle) หรืออุบัติการณ์ที่ทำให้รถหยุด และตรวจจับฝนตกได้เมื่อตรวจจับอุบัติการณ์ได้ระบบจะทำการแจ้งเตือนผู้ขับขี่ให้ระวังอุบัติการณ์บนป้าย LED ในตำแหน่งที่ติดตั้งข้างหน้า ซึ่งในการแจ้งเตือนจะต้องได้รับการอนุมัติจากเจ้าหน้าที่ก่อน [4]

ซึ่งจากการประเมินประสิทธิภาพของระบบบริหารจัดการช่องจราจรในช่วงเวลาที่ทำการทดสอบพบว่า สถิติของผู้ที่ใช้ความเร็วรถเกินกำหนดและรถบรรทุกขับผิดช่องจราจรมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดหลังจากที่มีการเปิดใช้ระบบบริหารจัดการช่องจราจรได้ 16 วัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ร้อยละ

การใช้ความเร็วเกินกำหนดลดลงถึงร้อยละ 17.75 และการขับผิดช่องจราจรของรถบรรทุกลดลงถึงร้อยละ 24.44 ซึ่งผลจากการติดตั้งและทดสอบระบบนี้สามารถช่วยแก้ปัญหาการใช้ความเร็วเกินกำหนดและรถบรรทุกที่ไม่ชิดซ้ายบนเส้นทางหลวงได้ [4]

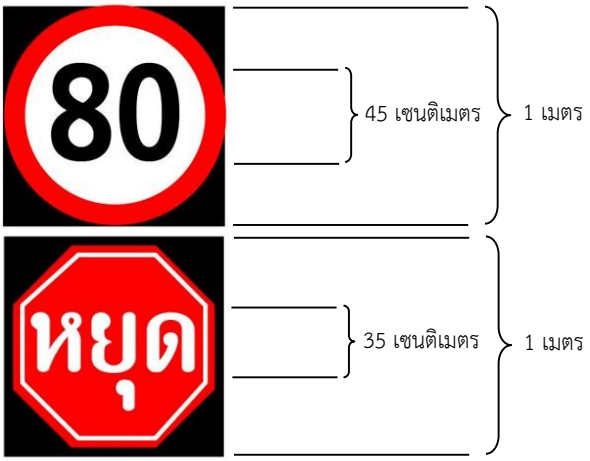
3. การออกแบบ และการประเมินระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติในด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสม

การติดตั้งระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ (Automatic Lane Control System)" บนทางพิเศษฉลองรัช เพื่อให้บริเวณทางลงถนนประเสริฐมนูกิจมีระบบบริหารจัดการช่องจราจรที่ทำงานได้อย่างสมบูรณ์นั้น ได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้ายแสดงผล LED ควบคุมช่องทางขนาด 1x1 เมตร จำนวน 8 ป้าย, ป้ายแสดงผล LED แสดงข้อความ/ภาพรถที่ใช้ความเร็วเกินกำหนดขนาด 4x2 เมตร จำนวน 1 ป้าย, อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร จำนวน 1 ตัว, กล้องอ่านแผ่นป้ายทะเบียน จำนวน 2 ตัว และกล้องบันทึกเหตุการณ์ จำนวน 1 ตัว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการใช้ช่องทาง และกำหนดความเร็วที่เหมาะสมแบบอัตโนมัติ ตรวจจับพร้อมแจ้งเตือนกรณีใช้ความเร็วเกินกำหนด และแจ้งเตือนกรณีเมื่อบริเวณนั้นเกิดอุบัติการณ์และกรณีซ่อมบำรุงต่าง ๆ ซึ่งการแจ้งเตือนในกรณีต่าง ๆ นั้น จะแสดงผ่านป้ายแสดงผล LED ทั้ง 2 ขนาด คือ 1x1 เมตร และ 4x2 เมตร โดยที่ทั้ง 2 ขนาดจะมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน คือ ป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร จะแสดงสัญลักษณ์จราจรต่าง ๆ และตัวเลข เป็นต้น ส่วนป้ายแสดงผล LED ขนาด 4x2 เมตร จะแสดงข้อความรูปภาพ เป็นต้น การออกแบบระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยการทำงาน 3 ระบบหลัก ๆ ได้แก่

1. ระบบการควบคุมช่องทางแบบอัตโนมัติ
   - แสดงสถานะ เปิด/ปิด ช่องทางจราจรรายช่องโดยอัตโนมัติ
   - แสดงความเร็วที่เหมาะสมตามสภาพจราจรโดยอัตโนมัติ
   - แสดงความเร็วที่เหมาะสมหากเกิดอุบัติการณ์โดยอัตโนมัติ
2. ระบบตรวจจับความเร็วเกินกำหนดและแสดงภาพบนป้าย LED
3. ระบบตรวจจับการเปลี่ยนช่องจราจรในพื้นที่ห้ามเปลี่ยน (เส้นทึบ) และตรวจจับแผ่นป้ายทะเบียนอัตโนมัติ

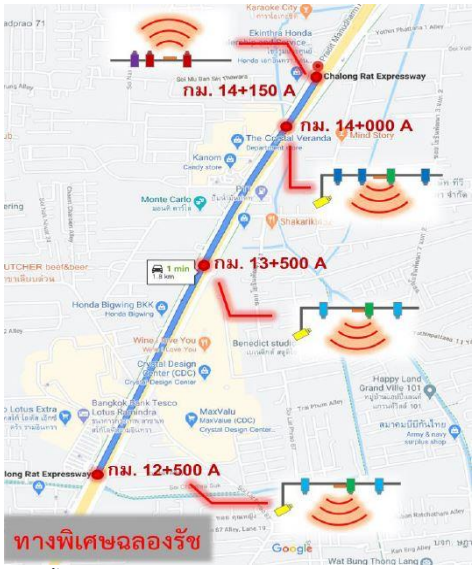
โดยที่ระบบฯ ได้มีเก็บข้อมูลการกระทำผิดทั้งหมด เช่น การใช้ความเร็วเกินกำหนด การเปลี่ยนช่องจราจรในบริเวณเส้นทึบ และการใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉิน (ไหล่ทาง) เป็นต้น ลงหน่วยบันทึกข้อมูล (Data Base) ทั้งรูปภาพและหมายเลขทะเบียน เพื่อจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการเชื่อมต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นสำนักงานตำรวจแห่งชาติ กรมการขนส่งทางบก เพื่อการบังคับใช้กฎหมายให้เป็นรูปธรรมต่อไป

ในการออกแบบขนาดของป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการใช้ช่องทาง และกำหนดความเร็วที่เหมาะสม และจัดอยู่ในประเภทของป้ายจราจรทั้ง 3 ประเภท คือ ป้ายบังคับ ป้ายเตือน และป้ายแนะนำ ผ่านรูปแบบของการแสดงสัญลักษณ์จราจรต่าง ๆ ข้อความ และตัวเลขความเร็วนั้น ผู้พัฒนาได้คำนึงถึงการใช้งาน การมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสมโดยใช้หลักวิศวกรรมจราจรมาเป็นหลักในการพัฒนา โดยก่อนการออกแบบขนาดความสูงของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว ผู้พัฒนาได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลความเร็วเฉลี่ยในบริเวณที่ติดตั้งระบบฯ (กม. 12+500 ถึง 14+000 ฝั่งขาออก) ซึ่งจากการเก็บข้อมูล พบว่า ความเร็วเฉลี่ยในบริเวณที่ติดตั้งระบบฯ อยู่ที่ช่วง 85 - 105 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผู้พัฒนาจึงได้กำหนดความสูงของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็วที่จะแสดงบนป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร ไว้ดังนี้ ขนาดของตัวเลขต้องมีความสูงโดยประมาณไม่น้อยกว่า 45 เซนติเมตร และขนาดของตัวอักษรต้องมีความสูงโดยประมาณไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปตามค่าความสัมพันธ์ของความเร็วและขนาดของตัวอักษร โดยมีลักษณะและขนาดของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงลักษณะและขนาดความสูงโดยประมาณของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็วที่แสดงผ่านป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร

จุดติดตั้งอุปกรณ์และป้ายแสดงผล LED มีอยู่จำนวน 3 จุดติดตั้ง ได้แก่ กม. 12+500, 13+500 และ 14+000 ฝั่งขาออกดังรูปที่ 6 ซึ่งบริเวณดังกล่าวมีลักษณะทางกายภาพเป็นทางพิเศษขนาด 4 ช่องจราจร แต่มีการกำหนดให้ใช้ช่องจราจรจำนวน 3 ช่องเท่านั้น เนื่องจากมีการเผื่อช่องฉุกเฉินไว้สำหรับรถที่เกิดอุบัติเหตุ, ขัดข้อง, รถรอการซ่อมบำรุงเท่านั้น โดยมีรายละเอียดช่องทาง ดังตารางที่ 3 (การนับช่องจราจรตามกระแสจราจร)



รูปที่ 6 จุดติดตั้งระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษฉลองรัชแบบอัตโนมัติ ช่วง กม. 12+500 – 14+150 กม. ฝั่งขาออก

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของช่องจราจรในบนทางพิเศษฉลองรัชบริเวณช่วง กม. 12+500 – 14+000 ฝั่งขาออก

	ช่องทาง 1	ช่องทาง 2	ช่องทาง 3	ช่องทาง 4
ความกว้าง (เมตร)	1.5	3.5	3.5	3.5
ความเร็วแนะนำ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	0	ไม่เกิน 60	60 - 80	80 ขึ้นไป
ประเภทรถที่ควรใช้ในช่องทางต่าง ๆ	รถเกิดอุบัติเหตุ, ขัดข้อง, รถซ่อมบำรุง	รถบรรทุก, รถโดยสาร, รถขนาดใหญ่	รถยนต์ 4 ล้อทุกประเภท	รถยนต์ 4 ล้อทุกประเภท

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าในบริเวณดังกล่าวได้มีการกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ในการใช้ช่องทางจราจรไว้อย่างชัดเจน ทั้งในด้านความเร็วที่แนะนำ และประเภทของรถยนต์ที่เหมาะสมตามช่องทางจราจรนั้น ๆ ผู้พัฒนาระบบฯ จึงได้กำหนดค่าพื้นฐานของระบบฯ (Default) ให้ป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร แสดงสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการใช้ช่องทาง และกำหนดความเร็วที่เหมาะสมพื้นฐานให้สอดคล้องกับบริเวณนั้น ดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 แสดงสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็วของป้ายแสดงผล LED ขนาด 1x1 เมตร ตามค่าพื้นฐานของระบบฯ (Default) บริเวณ กม. 13+500 ฝั่งขาออก

จากรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าป้ายแสดงผล LED มีการบังคับใช้เพื่อควบคุมช่องทางจราจรและเพื่อเตือนผู้ใช้ทางจำนวน 2 ป้ายต่อ 1 ช่องทางจราจร ซึ่งในช่องทางจราจรที่ 2 ถึง 4 ป้ายแรก (ด้านซ้าย) จะแสดงสัญลักษณ์ และป้ายที่สอง (ด้านขวา) จะแสดงตัวเลขความเร็ว และในช่องทางจราจรที่ 1 (เลนฉุกเฉิน) มีการกำหนดห้ามใช้ช่องทางจราจรนั้นอย่างชัดเจนทั้ง 2 ป้าย ซึ่งหากในกรณีที่มีรถยนต์ฝ่าฝืนใช้ช่องทางจราจรที่ 1 ระบบฯ จะสามารถตรวจจับได้ทันที ผ่านอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร (Microwave Radar Sensor) พร้อมทั้งยังสามารถระบุหมายเลขทะเบียนรถยนต์ที่กระทำผิดดังกล่าวผ่านกล้องอ่านแผ่นป้ายทะเบียน (License Plate Record Camera) ที่ติดตั้งในจุดนั้น และจัดส่งข้อมูลรูปภาพและหมายเลขทะเบียนไปยังฐานเก็บข้อมูลส่วนกลางของระบบฯ (Data Base) เพื่อจัดเตรียมบังคับใช้กฎหมาย ต่อไป

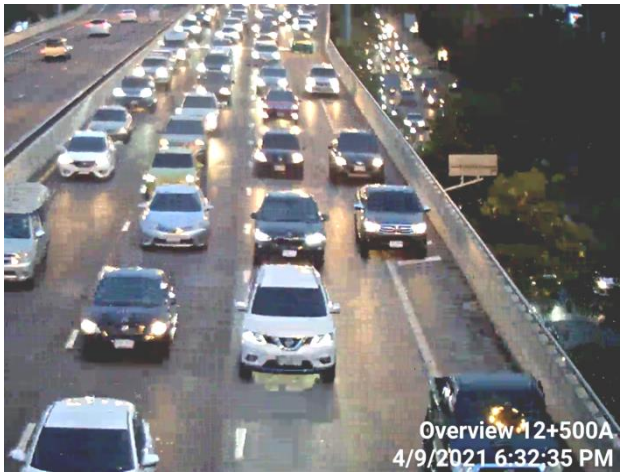
ในการติดตั้งและพัฒนาระบบฯ ผู้พัฒนาได้มีการประเมินในด้านต่าง ๆ หลายด้าน เช่น การทำงานของระบบฯ โดยรวม การลดปริมาณการเกิดอุบัติเหตุ การรับรู้ของผู้ใช้ทาง เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะประเมินในด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสมของผู้ใช้ทางที่มีต่อป้ายจราจร (ป้ายบังคับ) โดยจะประเมินในส่วนของผู้ใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉิน

ซึ่งจากการเก็บข้อมูลหลังการติดตั้งระบบฯ แล้วเสร็จ พบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น (18.30 น.) บริเวณ กม. 12+500 (จุดติดตั้งที่ 1) มีผู้ใช้ทางฝ่าฝืนใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉินอยู่เป็นจำนวนมาก ดังรูปที่ 8 แต่ในช่วงเวลาเดียวกันบริเวณ กม. 13+500 (จุดติดตั้งที่ 2) มีปริมาณผู้ฝ่าฝืนใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉินลดลง ดังรูปที่ 9 และผู้วิจัยได้นำข้อมูลการจราจรในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นช่วงก่อนติดตั้งระบบฯ จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรที่ติดตั้งในบริเวณเดียวกันมาเปรียบเทียบ กับข้อมูลการจราจรในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นช่วงหลังติดตั้งระบบฯ โดยใช้ข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่า บริเวณดังกล่าวมีปริมาณการใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉินลดลงร้อยละ 15 ดังรูปที่ 10 และจากข้อมูลการจราจรเดียวกัน พบว่า หลังการติดตั้งในบริเวณดังกล่าว มีอัตราการไหลของจราจรที่เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9 ดังรูปที่ 11 เนื่องจากมีปริมาณการใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉินลดลงทำให้การจราจรมีความเป็นระเบียบมากขึ้น และส่งผลให้ผู้ใช้ทางสามารถใช้ความเร็วได้มากยิ่งขึ้น และจากการข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุบริเวณ กม. 12+500 ถึง 14+000 ฝั่งขาออก พบว่าจำนวนการเกิดอุบัติเหตุเฉลี่ยในช่วงก่อนติดตั้งระบบฯ ปี พ.ศ. 2561 - 2562 และหลังการติดตั้งระบบฯ ปี พ.ศ. 2563 - 2565 ลดลงร้อยละ 35 ดังตารางที่ 4

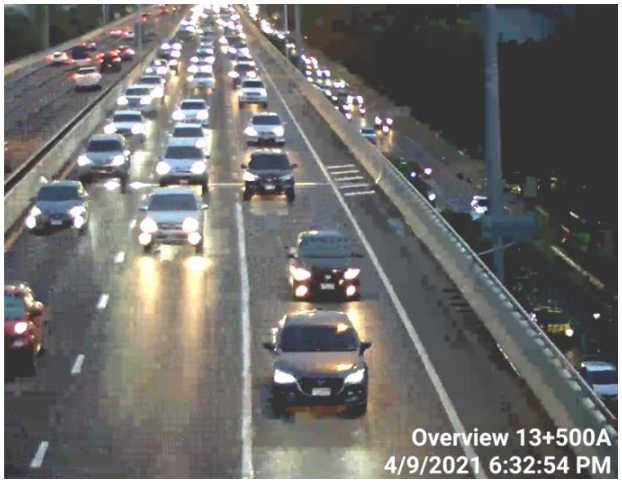
ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียดของผลการเปรียบเทียบสถิติการเกิดอุบัติเหตุบริเวณ กม. 12+500 ถึง 14+000 ฝั่งขาออก ในช่วงก่อนและหลังติดตั้งระบบฯ

รายการ	จำนวนอุบัติเหตุ (เฉลี่ย)	ผลการเปรียบเทียบ
ก่อนติดตั้งระบบฯ ใช้ข้อมูล พ.ศ. 2561 - 2562	20 ครั้ง	สถิติการเกิดอุบัติเหตุ (เฉลี่ย) ในช่วงก่อนและหลังการติดตั้งระบบฯ ลดลงร้อยละ 35
หลังติดตั้งระบบฯ ใช้ข้อมูล พ.ศ. 2563 - 2565	13 ครั้ง	

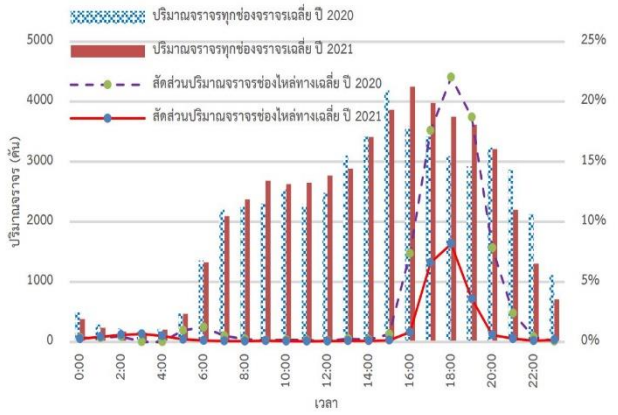
จากผลการประเมินระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติในด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมจราจรในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่า ในด้านของการกำหนดขนาดป้ายแสดงผล LED การออกแบบและกำหนดขนาดของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว ที่อาศัยหลักและแนวคิดของวิศวกรรมจราจรนั้น เหมาะสมและเพียงพอต่อการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสม สามารถบังคับใช้และสื่อสารกับผู้ใช้ทางให้ส่งผลต่อพฤติกรรมการใช้ทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันส่งผลดีต่อการบริหารจัดการช่องทางจราจร และสามารถลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากกรณีการเบียดเฉี่ยวชนเพื่อแย่งกันใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉิน (ไหล่ทาง) และกรณีการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อนจากการชนท้ายรถปฏิบัติงานหรือรถเสียที่จอดรอการช่วยเหลืออยู่ในช่องทางฉุกเฉิน ลงได้เป็นอย่างมาก



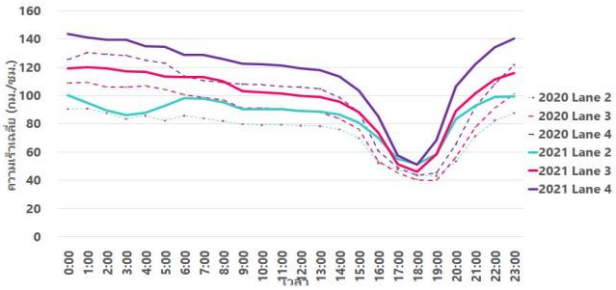
รูปที่ 8 แสดงปริมาณการจราจรและลักษณะการใช้ช่องทางจราจรในบริเวณ กม. 12+500 ฝั่งขาออก ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น 18.30 น.



รูปที่ 9 แสดงปริมาณการจราจรและลักษณะการใช้ช่องทางจราจรในบริเวณ กม. 13+500 ฝั่งขาออก ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น 18.30 น.



รูปที่ 10 กราฟแสดงการเปรียบข้อมูลการจราจรด้านการใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉิน (ช่องไหล่ทาง) ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของ ปี พ.ศ. 2563 กับ 2564



รูปที่ 11 กราฟแสดงการเปรียบข้อมูลการจราจรด้านความเร็วเฉลี่ยในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ของ ปี พ.ศ. 2563 กับ 2564

4. บทสรุป

จากการประเมินระบบบริหารจัดการช่องจราจรบนทางพิเศษแบบอัตโนมัติ ในด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมจราจร พบว่า ในด้านการกำหนดขนาดป้ายแสดงผล LED ซึ่งแสดงสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการใช้ช่องทาง ที่มีขนาดของป้ายแสดงผล LED อยู่ที่ 1x1 เมตร และมีขนาดความสูงของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็วอยู่ในช่วงไม่ต่ำกว่า 35 เซนติเมตร และเป็นไปตามหลักวิศวกรรมจราจร มีความเหมาะสมและเพียงพอต่อการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสม ซึ่งเห็นได้จากข้อมูลในบริเวณที่ติดตั้งป้ายจราจรในระบบฯ ที่มีปริมาณการใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉินลดลง และส่งผลให้มีอัตราการไหลของจราจรที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อีกทั้งยังสามารถลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากกรณีการเบียดเฉี่ยวชนเพื่อแย่งกันใช้ช่องทางจราจรฉุกเฉิน (ไหล่ทาง) และกรณีการเกิดอุบัติเหตุซ้ำซ้อนจากการชนท้ายรถปฏิบัติงานหรือรถเสียที่จอดรอการช่วยเหลืออยู่ในช่องทางฉุกเฉิน และยังสามารถนำข้อมูลการกำหนดขนาดป้ายแสดงผล LED การออกแบบและกำหนดขนาดของสัญลักษณ์จราจร ข้อความ และตัวเลขความเร็ว ไปเป็นต้นแบบหรือแนวทางการออกแบบป้ายจราจรชนิด LED ที่บริเวณอื่น ๆ ทั้งบนทางพิเศษและบริเวณพื้นราบทั่วไปที่ต้องการบังคับหรือกำหนดผู้ใช้ทางผ่านการแสดงผลป้ายชนิด LED ได้อย่างเหมาะสม เพื่อสามารถสื่อสารและส่งผลต่อด้านการมองเห็น การรับรู้ และการปฏิบัติตามอย่างเหมาะสม ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่พนักงานและลูกจ้างของกองวิจัยและพัฒนาที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบฯ เก็บบันทึกข้อมูล วิเคราะห์และประเมินระบบฯ ในทุก ๆ ด้าน ที่ได้อนุเคราะห์ให้คำปรึกษา และช่วยเหลือในการพัฒนาระบบฯ เก็บบันทึกข้อมูล วิเคราะห์และประเมินผลจนการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้วางไว้

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง(2561). คู่มือมาตรฐานป้ายจราจร, กรุงเทพฯ.
[2] กรมทางหลวงชนบท(2556). คู่มือการติดตั้งป้ายจราจรบริเวณทางแยก กรมทางหลวงชนบท, กรุงเทพฯ.
[3] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย(2563). รายงานศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นในการติดตั้งป้ายกำหนดช่องจราจรและติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (CCTV) แบบ Fixed บนทางพิเศษ, กรุงเทพฯ.
[4] สำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวง. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการบริหารจัดการจราจรเพื่อควบคุมการใช้ช่องทางบนทางหลวงหมายเลข 2 ช่วงสระบุรี – นครราชสีมา. กรุงเทพฯ.