บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้เป็นการสรุปผลของการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืน โดยการศึกษามุ่งเน้นการทดสอบเชิงพฤติกรรมการตอบสนองของผู้ขับขี่จากการจำลองสถานการณ์ต่างๆของปัจจัยในการทดสอบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการติดตั้งและพัฒนาป้ายจราจรเพื่อความปลอดภัยในเวลากลางคืน วัตถุประสงค์หลักของการศึกษามีดังต่อไปนี้

1) เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรของผู้ขับขี่ในเวลากลางคืนจากปัจจัยทางด้านกายภาพของป้ายจราจร ยานพาหนะ และผู้ขับขี่

2) เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยหลักที่มีผลมากที่สุดต่อการมองเห็นป้ายจราจรของผู้ขับขี่ในเวลากลางคืนจากปัจจัยทางด้านกายภาพของป้ายจราจร ยานพาหนะ และผู้ขับขี่ โดยอาศัยการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติประยุกต์

3) เพื่อศึกษาคุณลักษณะและความเหมาะสมของเกณฑ์มาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจรของกรมทางหลวงชนบท เพื่อการขับขี่อย่างปลอดภัยในเวลากลางคืน

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 สรุปผลของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรของผู้ขับขี่ในเวลากลางคืน

จากการศึกษาการทดลองปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืน โดยพิจารณาปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการติดตั้งป้ายจราจรที่เหมาะสมอันประกอบด้วย ประเภทป้ายจราจร ประเภทยานพาหนะ กลุ่มอายุผู้ขับขี่ ความเร็วขับขี่ การสะท้อนแสงของป้ายจราจร และระดับความสูงของป้ายจราจร ตารางที่ 6.1 ชี้ให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของป้ายจราจรส่งผลต่อระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นป้ายจราจรอย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาได้แก่ ระดับความสูงในการติดตั้งป้าย ในส่วนของความเร็วขับขี่ส่งผลเพียงป้ายจราจรบางประเภทเท่านั้น นอกจากการสะท้อนแสงของป้ายแล้วเมื่อพิจารณาด้านระดับความสูงการติดตั้งป้ายจราจรส่งผลต่อระยะการตรวจพบมากกว่าระยะการมองเห็น

จากผลลัพธ์ดังข้างต้นการกำหนดมาตรฐานและตัวชี้วัดที่ชัดเจนในทั้งสองปัจจัยนี้จะส่งผลต่อการขับขี่ และความปลอดภัยของผู้ขับขี่ในเวลากลางคืน ดังนั้นการตรวจประเมินและบำรุงรักษาระดับการสะท้อนแสงและระดับความสูงของการติดตั้งป้ายจราจรที่ติดตั้งบนสายทางในบริเวณพื้นที่และสภาพแวดล้อมต่างๆให้มีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน และมีระยะการตัดสินใจของผู้ขับขี่ต่อสถานการณ์ที่เพียงพอจะช่วยส่งเสริมและช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถขับขี่บนท้องถนนได้อย่างปลอดภัย

ตารางที่ 6.1 สรุปปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระยะการตรวจพบและมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืน

(ก) รถยนต์ส่วนบุคคล

ปัจจัยหลักและปฏิสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยทดสอบ	รถยนต์ส่วนบุคคล					
	ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว	
	DD	LD	DD	LD	DD	LD
ความเร็ว						
ความสูง	0.062*		0.026**	0.008***		
ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	0.000***	0.006***	0.000***	0.007***	0.000***	0.000***
ความเร็ว * ความสูง						
ความเร็ว * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	0.080*			0.004***	0.088*	0.064*
ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	0.000***	0.085*				
ความเร็ว * ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง						

*** $p < 0.01$., ** $p < 0.05$., * $p < 0.10$,

DD คือ ระยะการตรวจพบ (Detection Distance, m), LD คือ ระยะการมองเห็น (Legibility Distance, m)

ตารางที่ 6.1 สรุปปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระยะการตรวจพบและมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืน

(ข) รถจักรยานยนต์

ปัจจัยหลักและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทดสอบ	รถจักรยานยนต์					
	ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว	
	DD	LD	DD	LD	DD	LD
ความเร็ว				0.038**		0.000***
ความสูง	0.001***	0.000***			0.07***	
ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	0.035**	0.003***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
ความเร็ว * ความสูง						
ความเร็ว * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง				0.027**		
ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง		0.013**				
ความเร็ว * ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง						

***p < 0.01., **p < 0.05., *p < 0.10 ,

DD คือ ระยะการตรวจพบ (Detection Distance, m), LD คือ ระยะการมองเห็น (Legibility Distance, m)

(ค) ภาพรวมปัจจัยทดสอบรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์

ปัจจัยหลักและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทดสอบ	รถยนต์ส่วนบุคคล						รถจักรยานยนต์					
	ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว		ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว	
	DD	LD	DD	LD	DD	LD	DD	LD	DD	LD	DD	LD
ความเร็ว												X***
ความสูง	X*		X**	X***			X***				X***	
ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	X***	X***	X***	X***	X***	X***		X***	X***	X***	X***	X***
ความเร็ว * ความสูง												
ความเร็ว * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	X*			X***	X*	X*						
ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง	X***	X*										
ความเร็ว * ความสูง * ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง												

X คือ ปัจจัยที่มีนัยสำคัญ ***p < 0.01., **p < 0.05., *p < 0.10 ,

DD คือ ระยะการตรวจพบ (Detection Distance, m), LD คือ ระยะการมองเห็น (Legibility Distance, m)

6.1.2. อายุผู้ขับขี่

ในการทดลองปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืนผู้วิจัยได้พิจารณากลุ่มอายุของผู้เข้าร่วมโดยพบว่าค่าเฉลี่ยของระยะการมองเห็นป้ายจราจรของกลุ่มอายุผู้ขับขี่สูงกว่า 50 ปี มีค่าน้อยกว่ากลุ่มอายุ 30-50 ปี และกลุ่มอายุต่ำกว่า 30 ปี อยู่ร้อยละ 8 และ 32 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้สูงอายุมีความสามารถในการมองเห็นระหว่างการขับขี่รวมทั้งเวลาการตัดสินใจต่อป้ายจราจรที่ต่ำ และการออกแบบป้ายจราจรจะต้องพิจารณาผู้ขับขี่ทุกกลุ่มอายุ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระยะการตรวจพบป้ายจราจรพบว่ากลุ่มอายุผู้ขับขี่ 30-50 ปี มีค่ามากกว่ากลุ่มอายุต่ำกว่า 30 ปี และสูงกว่า 50 ปี อยู่ร้อยละ 4 และ 8 ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผู้ขับขี่ช่วงกลางคนค่อนข้างมีประสบการณ์การขับขี่อีกทั้งสายตาและการตัดสินใจยังมิได้ด้อยกว่ากลุ่มวัยรุ่นมากนักจึงเป็นผลให้ระยะการตรวจพบสูงกว่าในทั้งสองกลุ่มอายุ

6.1.3 ประเภทยานพาหนะ

ในการศึกษาการมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืนโดยการทดสอบประเภทยานพาหนะทั้ง 2 ประเภท ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลให้ค่าระยะการมองเห็นป้ายจราจรมากกว่ารถจักรยานยนต์ถึงร้อยละ 23 ในส่วนของระยะการตรวจพบรถยนต์ส่วนบุคคลให้ค่าระยะการตรวจพบป้ายจราจรมากกว่ารถจักรยานยนต์ร้อยละ 8 ในการออกแบบติดตั้งป้ายจราจรจากมาตรฐานต่างประเทศ อาทิ ประเทศสหรัฐอเมริกา (MUTCD, 2009) และออสเตเลีย (Australian Standards, 2003) มิได้คำนึงถึงรถจักรยานยนต์ ดังนั้นในประเทศไทยจึงควรมีการคำนึงถึงประเด็นดังกล่าวในการออกแบบและเพิ่มระยะการมองเห็นป้ายจราจรต่อผู้ขับขี่กลุ่มนี้

6.1.4 ป้ายจราจร

ป้ายจราจรที่ใช้ในระบบทางแยกในปัจจุบันของกรมทางหลวงชนบทโดยเฉพาะทางสามแยกจะประกอบด้วยชุดป้ายเตือนทางแยกรูปตัวที และป้ายหยุด (กรมทางหลวงชนบท, 2009) จากการศึกษาพบว่าป้ายหยุดให้ค่าระยะการมองเห็นที่สูงกว่าป้ายทางแยกรูปตัวทีถึงร้อยละ 13 ซึ่งเหมาะสมเนื่องจากป้ายหยุดให้ระยะที่มากกว่าเพราะป้ายมีขนาด 75x75 เซนติเมตร รวมทั้งใช้แผ่นป้ายสะท้อนแสงประเภทที่ 9 ไดมอนเกรดซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่สูงมาก แต่อย่างไรก็ตามยังมีความแตกต่างไม่มากนักระหว่างระยะการมองเห็นของทั้งสองป้ายซึ่งอาจเป็นเพราะผลของข้อความสัญลักษณ์บนป้ายทั้งสองป้ายที่แตกต่างกัน โดยป้ายทางแยกรูปตัวทีเป็นข้อความ

สัญลักษณ์ (Bold Symbol) ที่หนาทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นได้ที่ระยะไกลมากกว่าถึงแม้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงจะต่ำกว่ามากเมื่อเทียบข้อความอักษรบนป้ายหยุดที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงสูงกว่ามาก ในส่วนป้ายจำกัดความเร็วพบว่ามีระยะการมองเห็นต่ำประมาณ 100 เมตร เนื่องจากผลของค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ต่ำในการทดสอบโดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 70 cd/lx/m^2 ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานกรมทางหลวงชนบทถึง 30 cd/lx/m^2 แต่ผลการทดสอบแสดงถึงระยะการมองเห็นที่สูง ในส่วนระยะการตรวจพบป้ายพบว่าป้ายหยุดให้ระยะที่สูงกว่าป้ายทางแยกรูปตัวที และป้ายจำกัดความเร็ว อยู่ร้อยละ 17 และ 2 ตามลำดับ

6.1.5 ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสง

ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเป็นส่วนหนึ่งของป้ายจราจรที่ช่วยในการตอบสนองจากผู้ขับขี่ในเวลากลางคืน จากการศึกษาทดลองทางภาคสนามในแต่ละป้ายจราจรจะใช้ค่าต่ำ กลาง และสูง โดยที่ระดับกลางเป็นระดับเกณฑ์มาตรฐานการสะท้อนแสงของกรมทางหลวงชนบท ผลลัพธ์จากการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ระดับกลางให้ระยะการมองเห็นป้ายสูงกว่าระดับต่ำร้อยละ 43 และต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ระดับสูงอยู่ร้อยละ 15 ในด้านระยะการตรวจพบมีแนวโน้มลักษณะเช่นเดียวกัน กล่าวคือค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ระดับกลางให้ระยะการมองเห็นป้ายสูงกว่าระดับต่ำร้อยละ 29 และต่ำกว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ระดับสูงอยู่ร้อยละ 12 โดยแนวโน้มโดยรวมพบว่าเมื่อค่าการสะท้อนแสงสูงขึ้นระยะการมองเห็นจะสูงขึ้นตาม นอกจากนี้ยังพบว่าเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการมองเห็นของผู้ขับขี่เป็นอย่างมากในทั้งสองประเภทยานพาหนะการบำรุงรักษาและปรับปรุงคุณภาพปัจจัยนี้ของป้ายจราจรจึงเป็นสิ่งสำคัญ

6.1.6 ระดับความสูง

เมื่อพิจารณาระดับความสูงในการติดตั้งป้ายจราจรจากการศึกษาพบว่าระดับความสูงส่งผลต่อระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นของป้ายจราจรอย่างมีนัยสำคัญ โดยระยะการมองเห็นและระยะการตรวจพบป้ายมีแนวโน้มที่ระดับความสูงป้ายสูงขึ้นทำให้ระยะทั้งสองสูงขึ้นตามอาจเป็นผลเนื่องจากความสูงทำให้ผู้ขับขี่สังเกตและมองเห็นป้ายได้ไกลขึ้นนอกจากผลของการสะท้อนแสงของตัวป้ายจราจร แต่อย่างไรก็ตามที่ระดับความแตกต่างแต่ละระดับความสูงมีค่าไม่มาก นอกจโดยที่ระดับ 0 เมตร และ 1.5 เมตรผู้ขับขี่ยังสามารถมองเห็นป้ายที่ระยะมากกว่า 100 เมตรนั่นหมายถึงที่ระดับเกณฑ์การติดตั้งป้ายจราจร รวมทั้งการติดตั้งป้ายจราจรที่ระดับพื้นของป้ายงาน

ก่อสร้างทาง (Construction Work Zone) สามารถทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นได้ในระยะทางไม่ต่ำกว่า 100 เมตรซึ่งถือว่าเป็นระยะที่สูง

6.1.7 ความเร็วขับขี่

จากผลการศึกษาบ่งชี้ว่าระดับความเร็วขับขี่ไม่ส่งผลต่อระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นของป้ายจราจรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้จากการพิจารณาผลโดยรวมที่ระดับความเร็วขับขี่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อระยะการมองเห็นและระยะการตรวจพบป้ายจราจรลดลง โดยพิจารณาความเร็วที่ระดับ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าระยะการมองเห็นสูงกว่าความเร็ว 40 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยู่ร้อยละ 11 และ 22 ด้านระยะการตรวจพบความเร็วที่ระดับ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมงมีค่าระยะฤารตรวจพบสูงกว่าความเร็ว 40 และ 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยู่ร้อยละ 5 และ 7 การที่ความเร็วเพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้ค่าระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นลดลงเนื่องจากความเร็วที่เพิ่มส่งผลให้เวลาในการตอบสนองต่อป้ายจราจรเท่าเดิมแต่ระยะทางจะเข้าใกล้ป้ายเพิ่มขึ้นทำให้ระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นลดลงตามระดับความเร็วแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2 ความเหมาะสมของเกณฑ์มาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจร

จากการทดสอบป้ายจราจรอันประกอบด้วย ป้ายทางแยกรูปตัวที ป้ายหยุด ป้ายจำกัดความเร็ว เมื่อพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจรของกรมทางหลวงชนบท ด้านการสะท้อนแสง และระดับความสูงติดตั้งป้ายจราจรต่อการมองเห็นในเวลากลางคืนของผู้ขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์ ดังตารางที่ 6.2 และ 6.3 สามารถสรุปได้ดังนี้

<u>ป้ายทางแยกรูปตัวที</u>

เมื่อพิจารณาระยะการมองเห็นของป้ายทางแยกรูปตัวที ซึ่งป้ายจราจรสะท้อนแสงประเภทที่ 1 พื้นสีเหลืองระดับเกณฑ์การสะท้อนแสง 50 cd/lx/m^2 ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ 15 ติดตั้งป้ายที่ 0 เมตร และ 1.5 เมตร มีค่าเป็น 49 และ 81 เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ความเร็วสำคัญ (Prevailing Speed) 60 และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ป้ายที่ 0 เมตร มีเวลาการตัดสินใจมีค่าเป็น 2.94 และวินาที และ 2.2 วินาที ป้ายที่ 1.5 เมตรตามเกณฑ์มาตรฐานมีเวลาการตัดสินใจมีค่าเป็น 4.86 และ 3.64 วินาที ก่อนถึงป้าย ดังนั้นหากรวมระยะทางการติดตั้งป้ายทางแยกรูปตัวทีก่อนทางแยกย่อมมีเวลา

การติดสินใจที่เพียงพอนั่นคือมากกว่า 2.5 วินาทีที่ใช้ในการออกแบบระยะการติดตั้งป้ายจราจร รวมถึงการออกแบบทางเรขาคณิตของทางต่างๆ (AASHTO, 2008)

ตารางที่ 6.2 สถิติค่าระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระดับกลาง และระดับความสูงป้ายจราจร 0 เมตร โดยรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์

ป้ายจราจร	ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว	
การติดตั้งป้าย	DM^{*50}	LM^{*50}	DM^{*14}	LM^{*14}	DM^{*70}	LM^{*70}
N	18	18	18	18	18	18
Mean	151.27	95.57	190.98	118.32	204.05	113.77
Median	152.64	96.59	196.92	112.25	203.67	121.83
Std. Deviation	38.98	37.75	57.42	52.35	35.12	37.43
Variance	1519.15	1425.22	3296.73	2740.50	1233.27	1400.91
10^{th} Percentiles	86	46	117	47	145	63
15^{th} Percentiles	109	49	123	60	167	76
20^{th} Percentiles	121	51	134	71	176	80
25^{th} Percentiles	127	53	142	74	183	80
50^{th} Percentiles	153	97	197	112	204	122
75^{th} Percentiles	178	126	237	158	235	136
80^{th} Percentiles	185	136	243	164	240	146
85^{th} Percentiles	191	146	259	192	246	164
90^{th} Percentiles	206	148	275	206	252	172

*D คือ ระยะการตรวจพบ (Detection Distance, m)

*L คือ ระยะการมองเห็น (Legibility Distance, m)

*M คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระดับกลาง (Coefficient of Retroreflection Criteria level, $Cd/lx/m^2$)

ตัวเลขด้านบน คือ เกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงแต่ละประเภทป้ายจราจร และประเภทสี

ตารางที่ 6.3 สถิติค่าระยะการตรวจพบและระยะการมองเห็นที่ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระดับกลาง และระดับความสูงป้ายจราจร 1.5 เมตร โดยรถยนต์ส่วนบุคคล และรถจักรยานยนต์

ป้ายจราจร	ป้ายทางแยกรูปตัวที		ป้ายหยุด		ป้ายจำกัดความเร็ว	
การติดตั้งป้าย	DM^{*50}	LM^{*50}	DM^{*14}	LM^{*14}	DM^{*70}	LM^{*70}
N	18	18	18	18	18	18
Mean	203.64	133.30	173.93	98.81	243.21	123.76
Median	212.71	133.83	177.00	89.95	227.73	118.00
Std. Deviation	49.40	45.87	45.86	41.34	63.02	37.25
Variance	2440.52	2104.13	2102.76	1709.26	3971.98	1387.91
10^{th} Percentiles	107	77	91	24	177	83
15^{th} Percentiles	115	81	120	66	193	87
20^{th} Percentiles	171	82	135	75	207	88
25^{th} Percentiles	187	89	139	75	213	93
50^{th} Percentiles	213	134	177	90	228	118
75^{th} Percentiles	236	159	207	132	265	149
80^{th} Percentiles	246	172	216	135	281	157
85^{th} Percentiles	250	182	234	139	325	175
90^{th} Percentiles	256	197	236	166	353	180

*D คือ ระยะการตรวจพบ (Detection Distance, m)

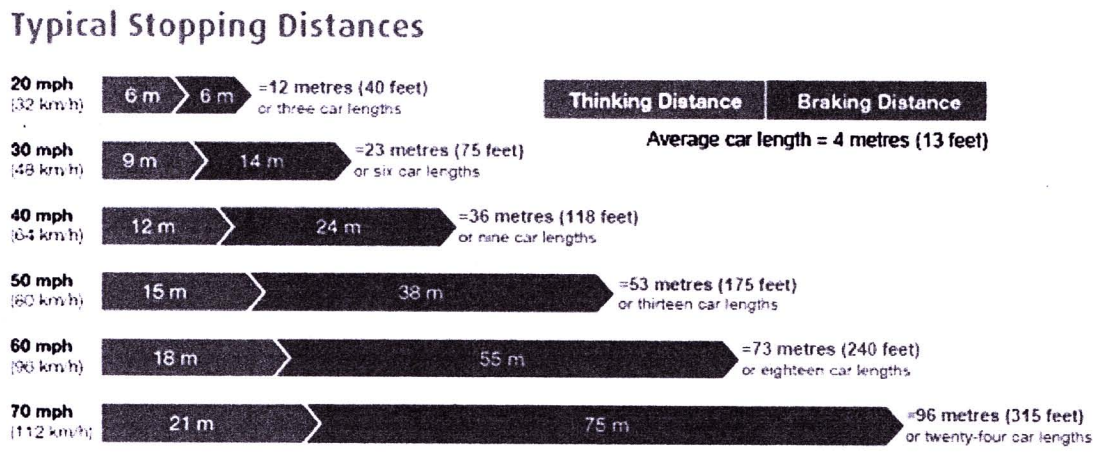
*L คือ ระยะการมองเห็น (Legibility Distance, m)

*M คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงระดับกลาง (Coefficient of Retroreflection Criteria level, $cd/lx/m^2$)

ตัวเลขด้านบน คือ เกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงแต่ละประเภทป้ายจราจร และประเภทสี

<u>ป้ายหยุด</u>

ระยะการมองเห็นของป้ายหยุด ซึ่งเป็นป้ายจราจรสะท้อนแสงประเภทที่ 9 พื้นสีแดงระดับเกณฑ์การสะท้อนแสง 14 $cd/lx/m^2$ ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ 15 ติดตั้งป้ายที่ 0 เมตร และ 1.5 เมตร มีค่าเป็น 60 และ 66 เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาที่ความเร็วสำคัญ (Prevailing Speed) 60 และ 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ต้องใช้ระยะทางในการหยุดรถไม่ต่ำกว่า 53 เมตร ดังรูปที่ 6.1 แสดงถึงระยะการคิดและระยะหยุดรถที่ความเร็วต่างๆ ซึ่งป้ายหยุดที่ระดับการสะท้อนแสงขั้นต่ำตามเกณฑ์และระดับความสูงทั้งสองมีความเพียงพอต่อการหยุดของรถเพราะให้ระยะการมองเห็นที่สูงกว่า

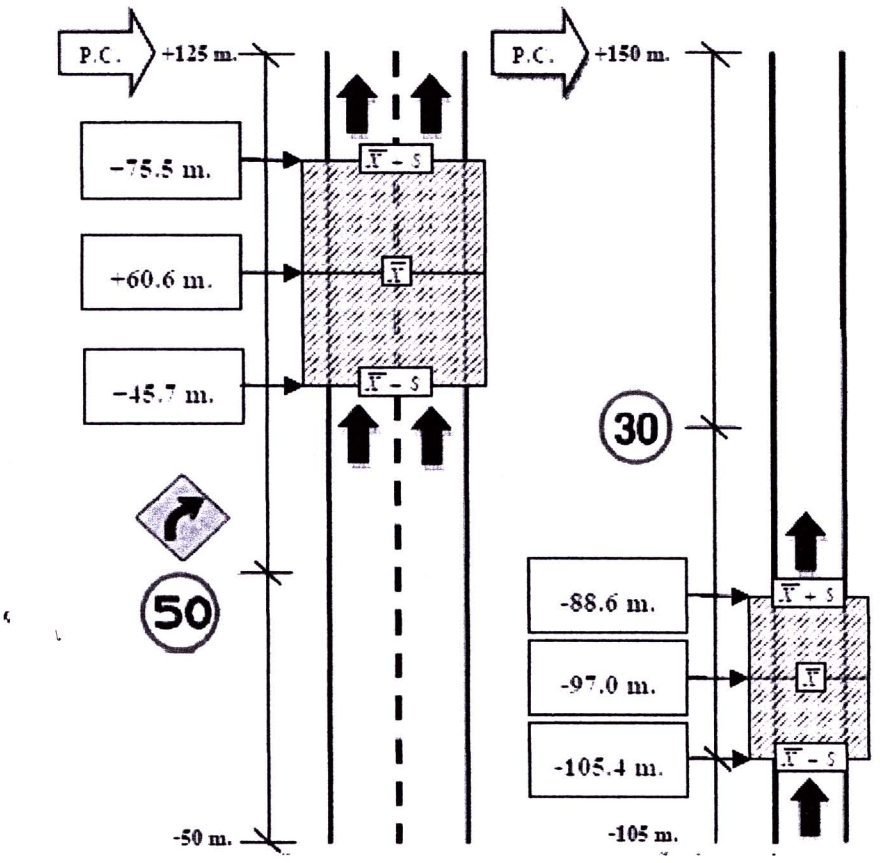


รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะทางหยุดรถอย่างปลอดภัย

(ศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่งประเทศไทย, 2551)

<u>ป้ายจำกัดความเร็ว</u>

ระยะการมองเห็นของป้ายจำกัดความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ป้ายจราจรสะท้อนแสงประเภทที่ 1 พื้นสีขาวระดับเกณฑ์การสะท้อนแสง 70 cd/lx/m^2 ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ 15 ติดตั้งป้ายที่ระดับความสูง 0 เมตร และ 1.5 เมตร มีค่าเป็น 76 และ 83 เมตร ตามลำดับ กรณีทางโค้งราบทุกประเภท มาตรฐานกรมทางหลวงกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งเป็นระยะไม่น้อยกว่า 200 เมตร และไม่เกิน 250 เมตร ขณะที่ MUTCD กำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งไม่มีการกำหนดระยะติดตั้งต่ำสุดตามสภาพเงื่อนไขของทางโค้งราบโดยพิจารณาที่ความเร็วสำคัญเท่ากับ 70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วปลอดภัยเท่ากับ 30-40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (MUTCD, 2003) แต่จากการศึกษาของ ธวัชชัย แสงรัตน์ (2551) ในส่วนของการทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งป้ายจำกัดความเร็วกำหนดให้ติดตั้งป้ายเตือนทางโค้งก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้ง 150 เมตร จึงทำให้ผู้ขับขี่ลดความเร็วและเข้าโค้งอย่างปลอดภัยดังรูปที่ 6.2 จะเห็นว่าโค้งรัศมีแคบป้ายจำกัดความเร็วจะเห็นว่าโค้งรัศมีแคบป้ายจำกัดความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีระยะการชะลอลดความเร็วที่ระยะ 88.6-105.4 เมตร จากป้าย ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบระยะการมองเห็นป้ายในเวลากลางคืนที่ระดับความสูง 0 เมตร และ 1.5 เมตร มีค่าต่ำกว่าช่วงระยะในการชะลอความเร็ว ดังนั้นจึงควรเผื่อระยะการติดตั้งป้ายให้มากกว่า 150 เมตร ก่อนจุดเริ่มต้นทางโค้งจึงช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถเข้าโค้งได้อย่างปลอดภัยทั้งเวลากลางวันและกลางคืน



รูปที่ 6.2 ระยะลดความเร็วก่อนเข้าโค้งของผู้ขับขี่ (ธวัชชัย แสงรัตน์, 2551)

จากการศึกษางานวิจัยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรและการพิจารณาเกณฑ์ความเหมาะสมของป้ายจราจรด้านระดับความสูงและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงดังสรุปและข้อสเนอแนะในตารางที่ 6.4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการมองเห็นป้ายจราจรและระยะทางการรับรู้และตัดสินใจ รวมทั้งระยะทางการหยุดรถอย่างปลอดภัยทั้งรถยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์ ดังนั้นการเพิ่มระยะทางดังกล่าวเพื่อความปลอดภัยในการขับขี่อาจทำได้โดย การบำรุงรักษาป้ายจราจรให้มีค่าการสะท้อนแสงไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือเปลี่ยนประเภทป้ายจราจรให้มีค่าการสะท้อนแสงที่สูงขึ้น หรืออาจทำการปรับระยะการติดตั้งป้ายจราจรจากจุดเตือนหรือจุดอันตรายให้สูงขึ้นโดยเฉพาะป้ายหยุดและป้ายจำกัดความเร็วในชุดของการติดตั้งป้ายบนทางแยกของสายทาง

ตารางที่ 6.4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรในเวลากลางคืน

ป้ายจราจร	ขนาด ($ซม^2$)	ประเภทป้ายจราจร	เกณฑ์มาตรฐาน		ปัจจัยที่ส่งผลกระทบ $^{***}p < 0.01$. $^{**}p < 0.05$. $^{*}p < 0.10$	ระยะการมองเห็น (เมตร) (MUTCD)	ระยะการมองเห็น (เมตร) (งานวิจัย)	เกณฑ์พิจารณา	ระยะการติดตั้งป้ายจราจร		ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย
			ความสูง (เมตร)	ค่าการสะท้อนแสง ($Cd/lx/m^2$)					DRR (เมตร)	MUTCD (เมตร)	
	60x60	Engineering grade (Type I)	1.50	เหลือง ≥ 50	Factors: PC (DD, LD), MC (DD, LD) Speed: -, -, -, - Height: X*, -, X***, - R_A: X***, X***, -, X***	199	70-92	PRT ≥ 2.5 วินาที (AASHTO, 2008)	200 จากแยก	180 จากแยก	ป้ายทางแยกมีเวลาการรับรู้และตัดสินใจที่เพียงพอต่อการขับขี่ในเวลากลางคืนที่ระดับเกณฑ์ ควรตรวจประเมินค่าการสะท้อน แสงอย่างสม่ำเสมอ
	75x75	Engineering grade (Type I)	1.50	แดง ≥14 ขาว ≥ 70	Factors: PC (DD, LD), MC (DD, LD) Speed: -, -, -, - Height: X**, X***, -, - R_A: X***, X***, X***, X***	120	55-77	≥ 78 เมตร (SSD,V=60 km/hr)	<10 จากแยก	<10 จากแยก	ป้ายหยุดที่ระดับเกณฑ์มีระยะทางการหยุดรถไม่เพียงพอ การเพิ่มค่าการสะท้อนแสงหรือระยะติดตั้งป้ายให้สูงขึ้นจะช่วยให้ผู้ขับขี่เห็นป้ายระยะไกลขึ้น
	Ø 60	Engineering grade (Type I)	1.50	ขาว ≥ 70	Factors: PC (DD, LD), MC (DD, LD) Speed: -, -, -, X*** Height: X*, -, X***, - R_A: X***, X***, X***, X***	121	76-98	≥ 88-105 เมตร (ธวัชชัย, 2551)	130-200 จาก P.C.	ไม่ระบุกำหนด	ที่ระดับเกณฑ์ป้ายให้ระยะการมองเห็นในการลดความเร็วเข้าโค้งไม่เพียงพอจึงควรเพิ่มค่าการสะท้อนแสงโดยป้ายปรีซึมหรือเพิ่มระยะติดตั้งป้ายจากจุด P.C. มากกว่า 150 เมตร

6. 3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

จากผลการศึกษานี้เป็นการริเริ่มเพื่อตรวจสอบสมมติฐานมาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจรในปัจจุบันบนพื้นฐานของเกณฑ์มาตรฐานของต่างประเทศ ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการมองเห็นป้ายจราจรและระยะทางการตอบสนองต่อป้ายจราจรของผู้ขับขี่ในเวลากลางคืนรวมถึงความเหมาะสมของเกณฑ์มาตรฐานการติดตั้งป้ายจราจร จากวิธีการและแนวคิดดังกล่าว สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต ดังนี้

- ลักษณะทางกายภาพของถนน งานวิจัยต่อไปอาจศึกษาลักษณะการติดตั้งป้ายจราจรของถนนที่มีหลายช่องจราจร ลักษณะทางเรขาคณิตของถนนต่างๆ เช่น ทางโค้งลักษณะต่างๆ ถนนในเมือง และถนนนอกเมือง เป็นต้น

- ประเภทของยานพาหนะ ควรทดสอบหาระยะการมองเห็นป้ายจราจรของผู้ขับขี่จากยานพาหนะประเภทต่างๆเพิ่มเติม อาทิ รถบรรทุก รถตู้โดยสาร รถปิคอัพ เพื่อศึกษาถึงผลความแตกต่างของระยะการมองเห็นป้ายเวลากลางคืน

- นำวิธีการศึกษาแนวทางการทดลองในงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษาป้ายจราจรประเภทอื่นๆ เช่น ป้ายเตือนประเภทอื่นๆ หรือป้ายแนะนำทาง หรือป้ายที่ไม่เคยมีการนำมาใช้ในประเทศไทยมาก่อน เป็นต้น

- ควรทำแบบสอบถามผู้ขับขี่ในการทดลองรูปแบบการติดตั้งป้ายและความพึงพอใจต่ออุปกรณ์บนสายทางเพื่อความปลอดภัยในเวลากลางคืนที่จำแนกประเภทถนนและความถี่ในการใช้ถนนแต่ละบุคคลเพื่อเป็นการสนับสนุนผลการวิเคราะห์ปัจจัยและความพึงพอใจของป้ายจราจรบนสายทาง

- ศึกษาถึงผลการเสื่อมสภาพของระดับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของป้ายจราจรแต่ละสีและประเภทป้าย รวมทั้งผลของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ภาคต่างๆ พื้นที่ เป็นต้น เนื่องจากการสะท้อนแสงมีผลต่อการขับขี่ยานพาหนะในเวลากลางคืนมากที่สุดเมื่อทราบความสัมพันธ์จึงสามารถกำหนดรอบการตรวจสอบดูแลและปรับเปลี่ยนป้ายใหม่เข้าแทนที่ป้ายเก่าได้

ในด้านข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ผลลัพธ์จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการสะท้อนแสงของป้ายจราจรเป็นส่วนสำคัญในการทำให้ผู้ขับขี่มองเห็นและรับรู้ข้อความบนป้ายจราจรเวลากลางคืน ดังนั้นการดูแลเรื่องประสิทธิภาพการสะท้อนแสงของป้ายจราจรจึงมีความสำคัญ การจัดรอบการตรวจสอบป้ายจราจรในด้านความสมบูรณ์และการสะท้อนแสงของป้าย นอกจากนี้ควรมีการกำหนดอายุของป้ายที่จำเป็นต้องเปลี่ยนป้ายใหม่เข้าทดแทนจากการที่ป้ายมองไม่เห็นทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน นอกจากนี้จากการทดสอบเกณฑ์การติดตั้งป้ายจราจรด้านความสูงและค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของป้ายจราจรพบว่าเกณฑ์ที่กรมทางหลวงชนบทใช้กับป้ายทางแยกรูปตัวที ป้ายหยุด และป้ายจำกัดความเร็ว มีความเหมาะสมและมีระยะดำเนินการขับขี่ที่ปลอดภัยในเวลากลางคืนแต่อาจปรับเพิ่มระยะการติดตั้งป้ายให้มีระยะห่างจากจุดเตือนหรือจุดอันตรายมากขึ้น