



การสะท้อนแสงย้อนกลับ สำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ ในยามที่ผู้ขับขี่จำเป็นมากที่สุด

ช่วยให้ผู้ขับขี่กลับบ้านอย่างปลอดภัยด้วยเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับ แม้ถนนจะอยู่ในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ

เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในเวลากลางวัน เส้นจราจรที่ช่วยชีวิตในเวลากลางคืน

คุณทราบหรือไม่ว่าโดยเฉลี่ยแล้วเราขับรถในเวลากลางคืนเพียง 25% เท่านั้น แต่ 50% ของการเสียชีวิตจากการจราจรเกิดขึ้นในช่วงกลางคืน! ยิ่งถ้ารวมในกรณีที่ฝนตกด้วยแล้ว โอกาสเกิดอุบัติเหตุก็จะเพิ่มขึ้นอีก

นั่นเป็นเหตุผลว่าทำไมการเลือกประเภทของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางจึงมีความสำคัญ เครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับการใช้งานทั่วไปในสภาพที่ถนนไม่เปียกนั้น จะไม่สะท้อนแสงกลับไปยังผู้ขับขี่ในเวลากลางคืนเมื่อถูกน้ำฝนปกคลุม จึงทำให้แทบมองไม่เห็นเครื่องหมายจราจร แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นเช่นนั้น เพราะปัจจุบันมีวิธีแก้ปัญหาที่ช่วยให้ผู้ขับขี่มองเห็นเครื่องหมายจราจรในสภาพที่มีมืดและมีฝนตก

eBook เล่มนี้จะช่วยให้คุณเข้าใจถึงประโยชน์ของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องหมายจราจรแบบมาตรฐานต่อไป และเหตุใดตัวเลือกนี้จึงมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืน และทำไมจึงต้องดำเนินการในตอนนั้น

สารบัญ เนื้อหา

การกำหนดปัญหา	3
ต้นทุนของความพึงพอใจ	5
ผลกระทบด้านความปลอดภัยของเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ	6
วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็น	8
วิธีทดสอบการสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ	10
ข้อมูลจำเพาะด้านประสิทธิภาพ	11
สรุป	12
แหล่งที่มาและข้อมูลที่แนะนำให้อ่าน	13

เหตุใดเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำจึงมีความสำคัญ

ความแตกต่างระหว่างเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ และแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับการใช้งานทั่วไปในสภาพที่ถนนไม่เปียก

ในวันที่แสงแดดจ้า การมองเห็นเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางย่อมเป็นเรื่องง่าย แม้แต่เครื่องหมายจราจรที่เก่าและเสื่อมสภาพลงก็เพียงพอที่จะนำทางให้ผู้ขับขี่ได้ หากอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม แต่ถ้าเป็นตอนกลางคืนล่ะ ถ้าอยู่ท่ามกลางพายุฝนที่มีน้ำเจิ่งนองล่ะ ในสภาพการณ์แบบนี้ เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพไม่เปียกจะเลือนหายไป ส่งผลให้ทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ลดลง ผู้ขับขี่รู้สึกกังวลใจมากขึ้น³ ระบบนำทางช่องจราจร CAV มีประสิทธิภาพน้อยลง^{4,5} และมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น⁸ นี่คือการเหตุสุดวิสัยที่ทำให้การเลือกประเภทของเครื่องหมายจราจรจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการช่วยให้ผู้ขับขี่ปลอดภัยในวันที่แดดจ้า และในคืนที่มีฝนและมีพายุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อคุณคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลประชากรของผู้ขับขี่ เช่น จำนวนผู้ขับขี่อายุมากขึ้นที่มีข้อจำกัดด้านการมองเห็นมากขึ้น

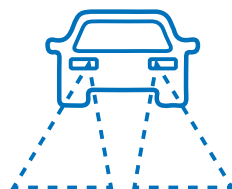
อย่างเมื่อไม่นานมานี้ ในปี 2014 ถึง 2016 กรมการขนส่งแห่งจอร์เจียได้สังเกตเห็นแนวโน้มที่น่าตกใจ

“เราเห็นการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้เสียชีวิตทั่วทั้งรัฐจอร์เจีย เมื่อพิจารณาข้อมูลแล้วเราพบว่า การเสียชีวิตจำนวนมากเหล่านั้นเกิดขึ้นในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ และในเวลากลางคืนทั่วทั้งรัฐ ดังนั้นเราจึงรู้ว่าเราต้องหาผลิตภัณฑ์ที่มีผลโดยตรงต่อแนวโน้ม

ดังกล่าวมา เพื่อทำให้ตัวเลขเหล่านั้นลดลงในที่สุด” Andrew Heath วิศวกรจราจร ประจำกรมการขนส่งแห่งรัฐจอร์เจียกล่าวไว้

จากการที่หน่วยงานด้านท้องถนนหลายแห่งในปัจจุบันได้ใช้แนวทาง “ตัวเลขผู้เสียชีวิตเป็นศูนย์” ในเรื่องความปลอดภัยบนท้องถนน ดังนั้นการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสภาพที่มืด สภาพที่เปียก และอุบัติเหตุจึงมีความสำคัญสูงสุด

ในเวลากลางคืน ภายใต้สภาพที่มีฝนตก เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพไม่เปียกจะเลือนหายไป ซึ่งก่อให้เกิด:



ทัศนวิสัยของผู้ขับขี่ลดลง³



ผู้ขับขี่รู้สึกกังวลใจมากขึ้น³



ระบบนำทางช่องจราจร CAV มีประสิทธิภาพน้อยลง^{4,5}



มีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุมากขึ้น⁸

“...การเสียชีวิตจำนวนมากเหล่านั้นเกิดขึ้นในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ และในเวลากลางคืน...”

Andrew Heath วิศวกรจราจร
ประจำกรมการขนส่งแห่งรัฐจอร์เจีย



เรียนรู้เพิ่มเติมในวิดีโอกรณีศึกษาของจอร์เจีย

► ชมวิดีโอ



ความแตกต่างคือกลางวันกับกลางคืน—และคืนที่ฝนตก

เราบอกคุณก็ได้ว่าเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางที่คุณเลือกทำให้เกิดความแตกต่างมากเพียงใดเมื่อเริ่มมืดและฝนตก แต่การแสดงให้เห็นเองจะมีอิทธิพลต่อคุณมากกว่า

ภาพที่ผู้ขับขี่เห็น:



กลางวัน ถนนแห้ง

สัญลักษณ์กับเส้นแบ่งช่องทางสีขาวเป็นการใช้เครื่องหมายจราจรสะท้อนแสงสำหรับการใช้งานทั่วไปในสภาพที่ถนนไม่เปียกเปรียบเทียบกับเส้นขอบทางสีเหลืองที่มองเห็นได้ชัดเจนกว่า เนื่องจากเป็นการใช้การสะท้อนแสงแบบที่สามารถสะท้อนแสงได้ในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ

อย่างที่คุณเห็น เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพไม่เปียกจะหายไปบางส่วนภายใต้ความมืดเมื่อผิวถนนเปียกฝน ทำให้ผู้ขับขี่ไม่ทราบว่าจะจราจรที่ใกล้จะถึงคือเลนเลี้ยวซ้าย

จากจำนวนประชากรที่หลากหลายและสูงวัย ยานยนต์ที่มีระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่และระบบอัตโนมัติ และผู้ขับขี่ใหม่ที่ไม่มีความคุ้นเคยซึ่งมาใช้งานร่วมกันนั้น การมีเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางที่ทั้งมนุษย์และกล้องของรถยนต์สามารถมองเห็นได้ในหลากหลายสภาพจึงมีความสำคัญมากกว่าที่เคย



กลางคืน ถนนแห้ง

เครื่องหมายจราจรทั้งสองประเภทสามารถมองเห็นได้ชัดเจนในเวลากลางคืนที่ถนนแห้ง



กลางคืน ฝนตก

ขณะที่สัญลักษณ์และเส้นแบ่งช่องทางจราจรที่ใช้การสะท้อนแสงแบบการใช้งานทั่วไปจะหายไป แต่เครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำยังคงมองเห็นได้ชัดเจนอยู่

คุณอยากขับเคลื่อนส่วนใดของถนน

ดูความแตกต่างที่เกิดจากเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ

► ชมวิดีโอ

สถิติบอกเล่าเรื่องราว

มีหลายสิ่งแขวนอยู่บนเส้นด้าย—รู้ตัวเลข

ในปี 2017 มีผู้เสียชีวิต 6,952 รายจากอุบัติเหตุบนท้องถนนในสหรัฐฯ ขณะฝนตก แม้จะมีข้อเท็จจริงว่าการเดินทางเพียง 25% เท่านั้นที่เกิดขึ้นในเวลากลางคืน แต่ที่น่าตกใจคือจำนวนผู้เสียชีวิต 55% (หรือ 3,811 ราย) นั้นเกิดขึ้นในเวลากลางคืนหรือในสภาพแสงน้อย⁶

ปัจจัยจากสภาพฝนตกและแสงสว่างรวมกันแล้วมีความเสี่ยงทำให้เกิดอุบัติเหตุมากขึ้น เมื่อปี 2015 งานวิจัยชิ้นหนึ่งในเท็กซัสได้ตรวจสอบความแปรปรวนเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ของความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องเนื่องจากสภาพฝนตกทั่วทั้งรัฐ นักวิจัยพบว่าปริมาณน้ำฝนทำให้ความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นทั่วทั้งรัฐประมาณ 57% และสภาพกลางคืนทำให้ความเสี่ยงเพิ่มขึ้นสูงถึง 80%²

 **1.25 ล้าน**

คนทั่วโลกเสียชีวิตจากอุบัติเหตุจราจรในแต่ละปี

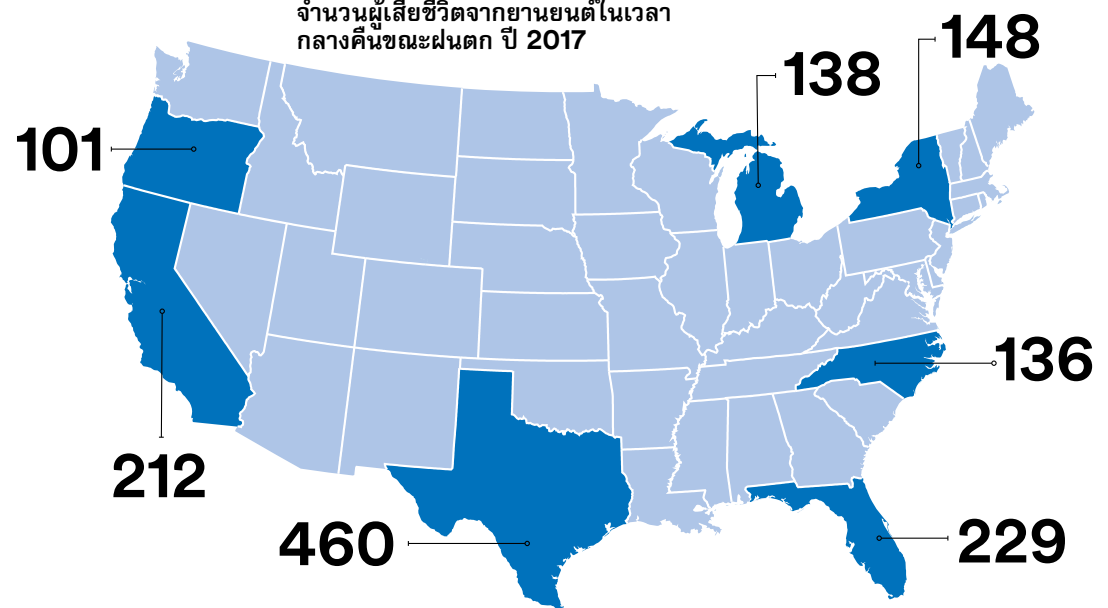
แหล่งที่มา: องค์การอนามัยโลก (WHO) การบาดเจ็บจากการจราจรทางถนน ม.ค. ปี 2018

 **49%** ของอุบัติเหตุถึงขั้นเสียชีวิต

เกิดขึ้นในเวลากลางคืน แม้ว่าการจราจรส่วนใหญ่บนท้องถนนจะเกิดขึ้นในเวลากลางวัน

แหล่งที่มา: Forbes Most Dangerous Times to Drive, Jan., 2009.

จำนวนผู้เสียชีวิตจากยานยนต์ในเวลากลางคืนขณะฝนตก ปี 2017



การศึกษาอุบัติเหตุในฝรั่งเศส

ในฝรั่งเศส มีการศึกษาข้อมูลอุบัติเหตุที่คล้ายกันตลอด 12 ปีที่ผ่านมา เมื่อปรับข้อมูลตามความหนาแน่นของการจราจรโดยเฉลี่ยในฝรั่งเศสแล้ว (90% ของการจราจรเกิดขึ้นในช่วงกลางวัน) การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าการขับรถในเวลากลางคืนทำให้ความเสี่ยงของอุบัติเหตุถึงขั้นบาดเจ็บเพิ่มขึ้น 3.5 เท่า และความเสี่ยงของอุบัติเหตุถึงขั้นเสียชีวิตเพิ่มขึ้น 6 เท่า (เมื่อเทียบกับการขับขึ้นในตอนกลางวัน) โดยในเวลากลางคืนขณะฝนตก ตัวเลขดังกล่าวจะพุ่งขึ้นเป็น 7.7 เท่าและ 10 เท่าตามลำดับ⁷

การมองเห็นเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางชัดเจนมากขึ้นได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถลดอุบัติเหตุลงได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในที่มืดหรือสภาพฝนตกและเปียก⁸ และสถิติชี้ให้เห็นว่าผู้ขับขี่มีแนวโน้มที่จะเกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุในเวลากลางคืนหรือการขับขึ้นบนถนนที่เปียกและมีฝนตกสูงกว่ามาก การปรับปรุงถนนเพื่อช่วยให้ผู้ขับขี่สามารถรับมือกับสภาพเหล่านี้ได้ดีขึ้นสามารถลดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ การเสียชีวิต และค่าเสียหายได้



การขับขึ้นเวลากลางคืนขณะฝนตกเล็กน้อยหรือฝนหนักทำให้ความเสี่ยงของอุบัติเหตุถึงขั้นบาดเจ็บเพิ่มขึ้น

7.7 เท่า

และความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุถึงขั้นเสียชีวิตเพิ่มขึ้น

10 เท่า

เมื่อเทียบกับการขับขึ้นในเวลากลางวัน

แหล่งที่มา: BAAC (ฐานข้อมูลการจราจรทางถนนของฝรั่งเศส ข้อมูลเปิดของรัฐบาล)

ผลการวิจัยโดยบุคคลที่สามชี้ให้เห็นว่าเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำจะช่วยลดอุบัติเหตุลงได้

ปัจจุบันผู้ขับขี่ที่เป็นคนธรรมดาต้องอาศัยเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางที่มีประสิทธิภาพ และจะเป็นเช่นนี้ต่อไปในอนาคต

รถยนต์กว่าครึ่งหนึ่งที่จำหน่ายในสหรัฐฯ ช่วงไม่กี่ปีมานี้จะมีเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ เช่น ระบบเตือนการออกนอกช่องจราจร แต่รถส่วนใหญ่ยังคงควบคุมโดยผู้ขับขี่ที่เป็นคนธรรมดา ไซลูชั่นเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางใดก็ตามจะต้องมองเห็นได้ชัดเจนอยู่ตลอดในทุกสภาพอากาศ เพื่อช่วยให้ผู้ขับขี่เหล่านี้ รวมถึงผู้อื่นบนท้องถนนปลอดภัย

ในปี 2015 สำนักงานทางหลวงกลางแห่งสหรัฐฯ ได้ทำการประเมินอย่างเข้มงวด ทั้งก่อนและหลังการใช้เครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำในรัฐมินนิโซตา นอร์ทแคโรไลนา และวิสคอนซิน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุ (CMF) ที่แนะนำ ค่า CMF ที่แนะนำสำหรับอุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บบนถนนหลายช่องจราจรคือ 0.595 และบนทางด่วนคือ 0.881 ซึ่งบ่งชี้ว่าอุบัติเหตุลักษณะนี้ลดลง 40% และ 12% ตามลำดับ หลังจากใช้เครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ⁸

นอกจากนั้น ในปี 2018-2019 งานวิจัยของ Texas A&M Transportation Institute ได้ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำของกรมการขนส่งแห่งเท็กซัสในเซดแอตแลนดา โดยให้ความสนใจกับอุบัติเหตุในเวลากลางคืนขณะฝนตกบนถนนที่มีระยะทาง 1000 กิโลเมตร (630 ไมล์) โดยประมาณ ซึ่งได้ติดตั้งเครื่องหมายจราจรบน

การประเมินความปลอดภัยของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ

ค่าสัมประสิทธิ์ร้อยละของอุบัติเหตุที่แนะนำของ FHWA: อุบัติเหตุที่มีการบาดเจ็บ



พื้นทางสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำโดยเฉพาะ จากการศึกษาพบว่าการใช้เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำบนถนนดังกล่าวจะช่วยลดอุบัติเหตุตอนกลางคืนในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำได้ประมาณ 30% และการเสียชีวิตตอนกลางคืนในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำได้ประมาณ 50%⁹

ท้ายสุด จากการศึกษาที่ได้รับการสนับสนุนโดยสหภาพยุโรป *Rainvision: the impact of road markings on driver behavior* การใช้วัสดุสำหรับเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับกับเส้นทางมีผลเชิงบวกต่อความรู้สึกปลอดภัยและความสบายใจของผู้ขับขี่แต่ละคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพอากาศที่ไม่เอื้ออำนวย ภายใต้สภาพการขับขี่ในเวลากลางคืนที่มีฝนตกนั้น เครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับช่วยให้แน่ใจถึงแนววิถีที่ชัดเจนของเส้นทาง การขับขี่ ซึ่งเป็นสิ่งกระตุ้นให้คาดการณ์ล่วงหน้าสำหรับสภาพแวดล้อมบนท้องถนน และช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ขับขี่อย่างมาก ในทางกลับกัน ความผิดพลาดที่เกิดจากผู้ขับขี่จะเพิ่มขึ้น 70% เมื่อมองเห็นเครื่องหมายจราจรบนถนนไม่ชัดเจน³

ตาราง A: ผลกระทบด้านความปลอดภัยของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ

เปอร์เซ็นต์การประมาณค่าอุบัติเหตุที่ลดลงของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ		
วิธีการ	สภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ - กลางคืน*	สภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ - การเสียชีวิตในเวลากลางคืน*
Empirical Bayes (EB)	28%	53%
Full Bayes (FB)	32%	49%

*ผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีความเชื่อมั่น 95%



การกำหนดเป้าหมายด้านความปลอดภัยสำหรับยานพาหนะเชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ

เช่นเดียวกับผู้ขับขี่ที่เป็นคนธรรมดา เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอาจช่วยให้ระบบแมชชีนวิชันมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้เช่นกัน

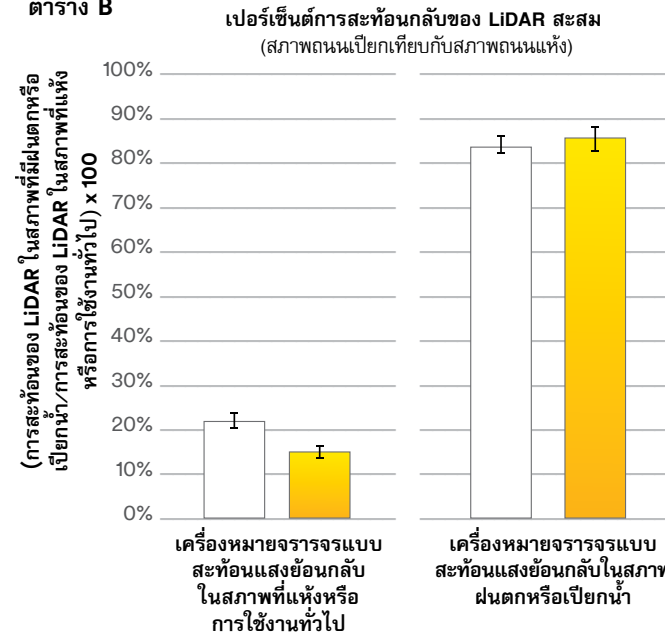
ไม่ว่าจะเป็นระบบกล้องเลนส์ในรถยนต์บนท้องถนนปัจจุบันหรือ LiDAR ในรถยนต์อนาคตก็ตาม การศึกษาล่าสุดได้ชี้ให้เห็นว่าเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำจะช่วยเพิ่มทัศนวิสัยให้กับระบบช่วยเหลือผู้ขับขี่ขั้นสูง (ADAS) และยานพาหนะเชื่อมต่อและขับเคลื่อนอัตโนมัติ (CAV) ด้วยเช่นกัน

ในการศึกษาผลของการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำและความสว่างของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางต่อการเตือนการออกนอกช่องจราจรขณะฝนตกต่อเนื่องในเวลากลางคืนโดยมีและไม่มีแหล่งกำเนิดแสงจำ ซึ่งตีพิมพ์ใน Society of Automotive Engineers นั้น นักวิจัยของ 3M ได้สำรวจผลของการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำและความสว่างของเครื่องหมายจราจรสีขาวและสีเหลืองต่อประสิทธิภาพการตรวจจับของระบบ Mobileye LDW ในสภาพที่มีฝนตกต่อเนื่องในเวลากลางคืน⁵

พวกเขาพบว่าเปอร์เซ็นต์ของการตรวจจับที่ความเชื่อมั่นระดับใดระดับหนึ่งจะสัมพันธ์กับปฏิสัมพันธ์แบบสองปัจจัยของคุณสมบัติความสว่างแบบกระจายและการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) นักวิจัยเสนอความเป็นไปได้ว่าเปอร์เซ็นต์ของการตรวจจับที่ความเชื่อมั่นระดับใดระดับหนึ่งอาจสัมพันธ์กับปฏิสัมพันธ์แบบสองปัจจัยของคุณสมบัติความสว่างแบบกระจายและการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)

งานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งได้วิเคราะห์ผลกระทบต่อประสิทธิภาพของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำสำหรับแมชชีนวิชันที่มีระบบการตรวจจับ การตรวจจับแสง และ LiDAR ในสภาพถนนที่มีฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง ตาราง B แสดงค่า % การสะท้อนกลับของ LiDAR ในสภาพฝนตกเวลากลางคืนของทั้งเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพที่แห้งหรือการใช้งานทั่วไป และเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ ผลเบื้องต้นของการศึกษาเพื่อคัดกรองนี้ชี้ให้เห็นว่าเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำมีแนวโน้มที่จะเป็นประโยชน์กับทั้งระบบแมชชีนวิชันและเทคโนโลยี LiDAR⁴

ตาราง B



“ในสภาพฝนตกเวลากลางคืนนั้น เมื่อดูภาคสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำช่วยให้สามารถตรวจจับได้ในระยะไกลกว่าลูกแก้วบนเครื่องหมายจราจรสีเหลือง”

⁵จากการทดสอบร่วมกับ Continental Automotive Systems Inc. ในเดือนธันวาคมปี 2017 ในเมืองบรีมลีย์ รัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา วัสดุที่ทดสอบประกอบด้วยเส้น LPM สีเหลืองในเขตการขับขี่ทั่วไปและสภาพฝนตกตอนกลางคืนโดยมีแก้วหรืออนุภาคของ 3M



เมื่อดอนุภาคไม่ได้สร้างขึ้นมาเหมือนกันทั้งหมด

ศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลังพื้นผิวเครื่องหมายจราจรแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ประเภทต่าง ๆ

โดยทั่วไป เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางจะมองเห็นได้ในเวลากลางคืน เนื่องจากเมื่อดอนุภาคสะท้อนแสงที่อยู่บนหรืออยู่ในเครื่องหมายจราจรจะทำให้แสงจากไฟหน้ารถสะท้อนกลับมายังผู้ขับขี่ อย่างไรก็ตาม เมื่อดอนุภาคแต่ละแบบจะสะท้อนแสงดีขึ้นภายใต้สภาพที่แตกต่างกัน จึงเป็นไปได้ที่เมื่อดอนุภาคแบบเดียวจะเหมาะสมสำหรับทั้งสภาพที่แห้งหรือการใช้งานทั่วไป และสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ



▶ ดูวิดีโอ

เครื่องหมายจราจรที่มีเม็ดลูกแก้วที่มีค่าดัชนีการหักเหของแสง 2.4 สามารถมองเห็นได้ในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ ซึ่งเครื่องหมายจราจรที่มีเม็ดลูกแก้วประเภทอื่น ๆ อาจมองไม่เห็น เฉกเช่นเดียวกับระบบแมชชีนวิชั่นซึ่งอาศัยกล้องเลนส์ ดูวิดีโอเพื่อเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความแตกต่างของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง

	ดัชนีการหักเหของแสง 1.5	ดัชนีการหักเหของแสง 1.9	ดัชนีการหักเหของแสง 2.4
สภาพที่แห้ง			
สภาพที่เปียก			

คีย์ดัชนีการหักเหของแสง:

- สีแดง – การสะท้อนแสงกลับเหมาะสมน้อยที่สุด
- สีเหลือง – การสะท้อนแสงกลับเหมาะสมปานกลาง
- สีเขียว – การสะท้อนแสงกลับเหมาะสมที่สุด

วิธีทดสอบส่วนประกอบก่อนทำการติดตั้ง

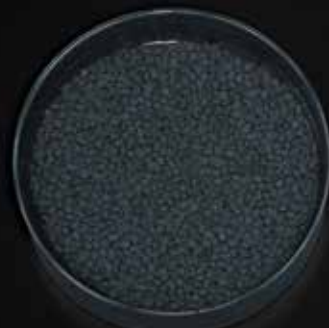
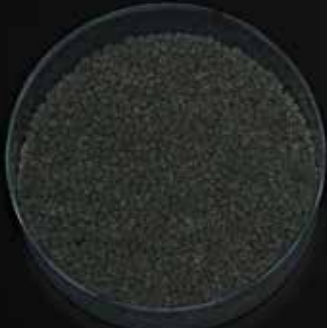
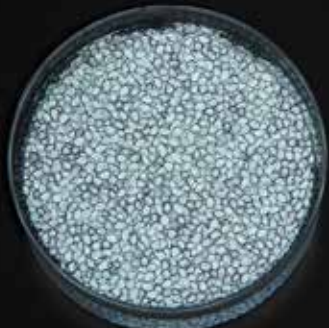
การทดสอบค่าความสว่างแบบวิธี Cup Brightness Test แสดงให้เห็นค่าสัมประสิทธิ์ความสว่างของแสงที่สะท้อนกลับทิศทางเดิม

เวลาที่เหมาะที่สุดในการพิจารณาว่าคุณสามารถคาดหวังประสิทธิภาพการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำแบบใดจากการผสมผสานส่วนประกอบเม็ดลูกแก้วหรืออนุภาคสะท้อนแสง คือช่วงก่อนที่คุณจะทำการติดตั้งลงบนถนน นั่นคือเหตุผลที่แนะนำให้ใช้การทดสอบความสว่างแบบวิธี Cup Brightness Test ก่อนการจัดทำข้อกำหนดคุณสมบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนประกอบในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำเพื่อจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)

แม้ว่าจะมีวิธีการทดสอบวัดค่าการสะท้อนแสงซึ่งเป็นการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM (ดูหน้าถัดไป) แต่ในความเป็นจริง การอ่านค่าบนเส้นถนนทุกเส้นนั้นอาจทำได้ยาก การกำหนดการทดสอบค่าความสว่างแบบวิธี Cup Brightness Test เพิ่มเติมจากการทดสอบในการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) จะช่วยให้แน่ใจว่าถนนของคุณจะมีระดับความสว่างตรงกับที่ต้องการ การทดสอบค่าความสว่างแบบวิธี Cup Brightness Test สามารถทำได้ก่อนการติดตั้งผลิตภัณฑ์ และสามารถทำได้โดยใช้วัสดุที่จำกัดอยู่ในห้องปฏิบัติการ

ดูหน้า 2 ของเอกสารข้อมูลผลิตภัณฑ์เม็ดอนุภาคสะท้อนแสงของ 3เอ็ม สำหรับการใช้งานในทุกสภาพอากาศ (3M Connected Road All Weather Elements) เพื่อเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการนี้

► [ดาวน์โหลด PDF](#)

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเม็ดลูกแก้วที่มีดัชนีการหักเหของแสง 1.9 และ 2.4: สภาพที่แห้งเทียบกับสภาพที่จมน้ำในน้ำทั้งหมด		
ดัชนีหักเหของเม็ดลูกแก้ว	สภาพที่แห้ง	สภาพที่จมน้ำ
เม็ดลูกแก้วที่มีค่าดัชนีการหักเหของแสง 1.9		
เม็ดลูกแก้วที่มีค่าดัชนีการหักเหของแสง 2.4		

เมื่อพิจารณาวิธีการทดสอบแล้ว การจำลองสภาพการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery) จะไม่เหมือนกับการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)

การทดสอบเทียบเคียงกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมากระหว่างสภาพฝนตกและเปียกน้ำ

ผู้ขับขี่ส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ที่รู้สึกกังวลใจกับการขับขึ้นทางหลวงที่มีมืดและไม่คุ้นเคยในช่วงฝนตกหนักๆ คุณอาจคิดว่าเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางนั้นเก่าและซีดจาง และต้องเปลี่ยนใหม่ แต่ความจริงแล้ว เครื่องหมายจราจรที่มีการใช้วัสดุที่โดยทั่วไปที่ไม่ได้รับการทดสอบและออกแบบมาเพื่อทำงานภายใต้สภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ก็จะไม่มีความแตกต่างมากนักไม่ว่าเครื่องหมายจราจรนั้นจะเก่าหรือใหม่เพียงใด—ส่วนเครื่องหมายจราจรที่ได้รับการทดสอบและออกแบบมาเพื่อทำงานภายใต้สภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) จะมีความสามารถทำได้

มีวิธีการทดสอบสองประเภทที่ใช้สำหรับวัดการสะท้อนแสงที่มีการจำลองในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางทั่วโลก: วิธีการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)—ซึ่งจำลองการสะท้อนแสงในสภาพเปียกน้ำของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางขณะฝนตก—และวิธีการจำลองสภาวะการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery)—ซึ่งจำลองการสะท้อนแสงในสภาพเปียกน้ำของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางหลังจากที่ฝนหยุดตกและเครื่องหมายจราจรกำลังคืนตัวหรือระบายน้ำ (ดูตาราง A ด้านล่างสำหรับลักษณะของวิธีการทดสอบการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำที่มีอยู่)

ตาราง A

ประเภท	ฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง	ปล่อยให้น้ำไหล
ASTM	E2832	E2177
EN	EN1436 ภาคผนวก B7	EN1436 ภาคผนวก B6

วิธีการทดสอบแบบใดที่สมจริงกว่ากัน

โดยทั่วไป วิธีการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) จะให้ผลลัพธ์ที่คล้ายคลึงกับประสบการณ์จริงของผู้ขับขี่ในเหตุการณ์ฝนตกปานกลางมากกว่าวิธีการจำลองสภาวะการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery) นั่นเป็นเพราะวิธีการจำลองสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) จะจำลองระดับการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำซึ่งผู้ขับขี่พบเจอในเหตุการณ์ฝนตก ในขณะที่วิธีการจำลองสภาวะการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery) จะจำลองระดับการสะท้อนแสงย้อนกลับในสภาพที่ถนนเปียกภายหลังจากฝนหยุดตกเท่านั้น

เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในสภาพแห้ง (Dry Condition) ที่มีการใช้วัสดุแบบการใช้งานทั่วไปสำหรับสภาวะการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery) เปรียบเทียบกับการใช้วัสดุสำหรับสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)



เครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ (Wet Condition) ที่มีการใช้วัสดุแบบการใช้งานทั่วไปสำหรับสภาวะการปล่อยให้น้ำไหล (Wet Recovery) เปรียบเทียบกับการใช้วัสดุสำหรับสภาวะสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous)



► อ่านเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการทดสอบ

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการสร้างข้อมูลจำเพาะ

นี่คือสิ่งที่วิศวกรจราจรควรคำนึงถึงเมื่อสร้างมาตรฐานหรือข้อมูลจำเพาะของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทาง

วิศวกรจราจรมักจะถามว่าการสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ที่แนะนำให้ใช้งาน ซึ่งจะนำไปกำหนดเป็นข้อมูลจำเพาะหรือมาตรฐานของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางคือค่าใด ข้อมูลเบื้องต้นจากการศึกษาวิจัยที่กำลังจะตีพิมพ์ของสถาบันการขนส่งแห่งเท็กซัส (TTI) ซึ่งแบ่งปันในการประชุมเชิงปฏิบัติการในการฝึกอบรมและการศึกษาระดับภูมิภาคของ ATSSA เมื่อไม่นานมานี้จะช่วยตอบคำถามนี้ได้ โดยการประสานงานร่วมกับกรมการขนส่งแห่งมินนิโซตา TTI ได้ทำการศึกษาลำดับของมนุษย์เพื่อกำหนดระยะการตรวจจับของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางตามฟังก์ชันของการสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าที่แตกต่างกัน ข้อค้นพบเบื้องต้นที่อภิปรายในระหว่างการประชุมเชิงปฏิบัติการของระดับภูมิภาค ATSSA ระบุว่าค่า $50 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ ที่สภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) เป็นเกณฑ์ทดแทนที่เหมาะสมสำหรับเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในการใช้งาน แต่เป็นเพียงค่าขั้นต่ำที่สุดและยังห่างจากค่าที่เหมาะสมที่สุด

เหตุใด $50 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ จึงยังห่างจากค่าที่เหมาะสมที่สุด

$50 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$ คือค่าความสว่างที่สามารถให้เวลาของการมองเห็นได้ 1.9 วินาทีสำหรับผู้ขับขี่ที่ความเร็ว 88.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (55 ไมล์ต่อชั่วโมง) การศึกษาการจำลองการขับขี่ที่รายงานใน COST 331 ซึ่งเป็นการศึกษาของสหภาพยุโรป¹¹ ที่มอบหมายให้แนะนำการออกแบบเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางที่เหมาะสมที่สุด แสดงให้เห็นว่าเวลามองเห็นล่วงหน้าต่ำสุดสมบูรณสำหรับการขับขี่ที่ปลอดภัยคือ 1.8 วินาที มิฉะนั้น ผู้ขับขี่จะมีปัญหาเกี่ยวกับการอยู่ในช่องจราจรอย่างต่อเนื่อง ผู้เขียนเน้นว่าเป็นค่าขั้นต่ำที่สุดและควรใช้ค่าที่สูงกว่านี้ รายงาน COST 331 ได้กำหนดเวลามองเห็นล่วงหน้าที่แนะนำให้ไว้ที่ 2.2 วินาที

US FHWA ได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกัน¹² ในปี 1998 ซึ่งกำหนดเงื่อนไขการขับขี่ระดับสูงสุดในระยะสั้น โดยได้แนะนำให้กำหนดเวลามองเห็นล่วงหน้า 2 วินาทีเป็นขีดจำกัดขั้นต่ำที่ยอมรับได้ ซึ่งทำให้ผู้ขับขี่มีเวลาเพียงพอในการรับรู้และตอบสนองต่อเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางในสภาวะที่อันตราย

การสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ในระดับที่สูงขึ้นย่อมดีกว่า

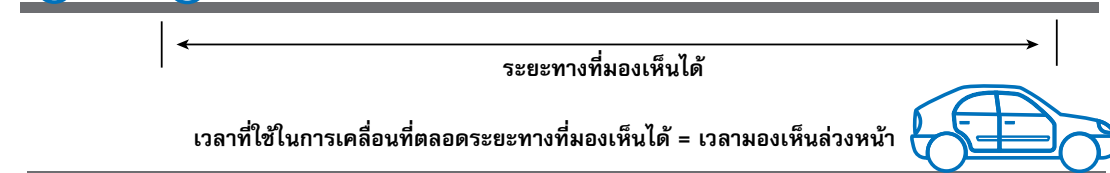
ตาราง A แสดงค่าการสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ต่ำสุดที่แนะนำ ซึ่งคำนวณจากข้อค้นพบเบื้องต้นในการศึกษาที่กำลังจะตีพิมพ์ของ TTI ณ เวลามองเห็นล่วงหน้าและความเร็วที่แตกต่างกัน¹⁰ ต้องใช้ค่าการสะท้อนแสงย้อนกลับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ที่สูงขึ้นสำหรับความเร็วหรือเวลามองเห็นล่วงหน้าที่แตกต่างกัน แม้ว่าอาจเป็นเรื่องยากที่ผู้ขับขี่จะใช้ความเร็ว 112.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (70 ไมล์ต่อชั่วโมง) ท่ามกลางพายุฝนในเวลากลางคืน แต่งานวิจัยชิ้นนี้ก็มีความสำคัญในการจัดทำเอกสารความสัมพันธ์ระหว่างค่าในสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ที่สูงขึ้นและเวลามองเห็นล่วงหน้าที่นานขึ้น

ตาราง A: ค่าต่ำสุดของการสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกนํ้าอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) ที่คำนวณจากข้อค้นพบเบื้องต้นในการศึกษาที่กำลังจะตีพิมพ์ของ TTI

	เวลามองเห็นล่วงหน้า 1.8 วินาที	เวลามองเห็นล่วงหน้า 2.2 วินาที
88.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (55 ไมล์ต่อชั่วโมง)	$50 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$	$130 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$
112.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (70 ไมล์ต่อชั่วโมง)	$170 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$	$970 \text{ mcd/m}^2/\text{lux}$

รูปที่ 1: “เวลามองเห็นล่วงหน้า” คืออะไร

สถานการณ์ ณ ขณะหนึ่ง



สิ่งสำคัญที่สุด: มีหลายสิ่งแขวนอยู่บนเส้นด้าย

การมองเห็นเครื่องหมายจราจรบนถนนทั้งกลางวันหรือกลางคืน ฝนตกหรือแดดออกเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง

การจัดทำเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางอาจเป็นหนึ่งในขั้นตอนสุดท้ายที่คุณดำเนินการเมื่อเสร็จสิ้นโครงการสร้างถนน แต่ก็เป็นขั้นตอนแรกในการช่วยเพิ่มความปลอดภัย ลดอุบัติเหตุ และรักษาชีวิต แม้ถนนที่สวยงามที่สุดในโลกก็ไม่ได้สำคัญอะไรมากนัก หากการนำทางในสภาพที่มืดและฝนตกเป็นเรื่องยาก

อย่างที่คุณได้อ่านไป การขับรถในเวลากลางคืนและ/หรือในสภาพฝนตกทำให้เกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ และการเสียชีวิตมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่น่ากังวลเพิ่มขึ้นเมื่อยานยนต์ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีแมชชีนวิชันมากขึ้นเรื่อยๆ คุณได้เห็นความแตกต่างระหว่างเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) และสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ ทั้งยังได้เรียนรู้เกี่ยวกับศาสตร์ที่อยู่เบื้องหลัง

ถึงแม้มีปัจจัยบางอย่างที่คุณไม่สามารถควบคุมได้เสมอ แต่คุณก็สามารถควบคุมประเภทของเครื่องหมายจราจรบนถนนที่นำมาใช้ได้ ซึ่งมีแต่เครื่องหมายสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำอย่างต่อเนื่อง (Wet Continuous) เท่านั้นที่ออกแบบมาเพื่อให้ความสว่างของแสงสะท้อนในสถานการณ์ที่สำคัญที่สุด

โปรดติดต่อตัวแทนของ 3M ใกล้บ้านคุณ เพื่อเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำ และเพื่อเริ่มการสาธิตบนท้องถนน

[3M.com/PavementMarkings](https://www.3m.com/PavementMarkings)



3M

แผนกผลิตภัณฑ์เพื่อความปลอดภัยด้านคมนาคม
บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย จำกัด 88 อาคารเดอะปาร์ค
ชั้น 14 ถนนรัชดาภิเษก แขวงคลองเตย
เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110
1.800.553.1380

3M เป็นเครื่องหมายการค้าของบริษัท 3เอ็ม
© 3M 2019 สงวนลิขสิทธิ์

แหล่งที่มาและข้อมูลที่แนะนำให้อ่าน

หากต้องการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสำคัญของเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางแบบสะท้อนแสงย้อนกลับสำหรับสภาพฝนตกหรือเปียกน้ำทั่วโลก เราแนะนำให้ตรวจสอบผลการศึกษาและเอกสารที่อ้างอิงถึงใน eBook เล่มนี้

1. US DOT National Highway Traffic Safety Administration. Passenger Vehicle Occupant Fatalities by Day and Night – A Contrast. May 2007, <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/810637>
2. Omranian, S., Sharif, H., Dessouky, S., Weissmann, J., “Exploring rainfall impacts on the crash risk on Texas roadways: A crash-based matched-pairs analysis approach.” Accident Analysis and Prevention, vol. 117, 2018, pp. 10–20
3. Konstandinos Diamandouros, and Michael Gatscha. “Rainvision: The impact of road markings on driver behavior – wet night visibility”. 6th Transport Research Arena, April 18–21, 2016. European Road Federation
4. Pike, A., Clear, S., Hedblom, T., and Whitney, J. “How Might Wet Retroreflective Pavement Markings Enable More Robust Machine Vision?” Transportation Research Record 1–6, 2019
5. Pike, A., Clear, S., Barrette, T., Hedblom, T. et al., “Effects of the Wet Retroreflectivity and Luminance of Pavement Markings on Lane Departure Warning in Nighttime Continuous Rain with and without Glare Sources,” SAE Technical Paper 2019-01-1014, 2019
6. US DOT National Highway Traffic Safety Administration, Fatality Analysis Reporting System (FARS). 2017 – สามารถดูได้จาก: <https://www.nhtsa.gov/research-data/fatality-analysis-reporting-system-fars>
7. 3M France, Combating Poor Road Safety – To Enhance the Safety of Road Users at Night and in All Weather Conditions. August 2019 รวบรวมข้อมูลจาก BAAC (ฐานข้อมูลการจราจรทางถนน)
8. US DOT Federal Highway Administration. Safety Evaluation of Wet-Reflective Pavement Markings. Dec. 2015, FHWA-HRT-15-083
9. Park, ES., Carlson, P., Pike, A., “Safety Effects of Wet-Weather Pavement Markings.” Transportation Research Board 2019 Annual Meeting: สามารถดูได้จาก: <https://trid.trb.org/view/1572259>
10. Peterson, E., “Wet Pavement – Where are the Markings?!” Northland American Traffic Safety Services Association, “How To” Training and Education Workshop, Mar. 2019
11. Requirements for Horizontal road Marking. COST 331. Luxembourg: office for Official Publications of the European Communities, 1999.
12. Freedman, M., L.K. Staplin, D.P. Gilfillan, and A.M. Brynes. Noticeability Requirements for Delineation on Non-Illuminated Highways. Report No. FHWA-RD-88-028, FHWA, US DOT, 1998

ต้องการความช่วยเหลือในการเลือกเครื่องหมายจราจรบนถนนที่เหมาะสมหรือไม่

ติดต่อผู้เชี่ยวชาญของ 3M เพื่อช่วยคุณเลือกเครื่องหมายจราจรบนถนนที่สามารถลดปัญหาการจราจรติดขัดและเพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนน

► ติดต่อเรา