วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การพัฒนาการตรวจสอบความปลอดภัยทางถนนสำหรับช่วงสะพาน

Development of road safety audit for bridge section

ญาตาวีย์ กิจเอก* อรกมล วังอภิสิทธิ์

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Yatawee Kit-ek* Ornkamon Wangapisit

[1] Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla 90110

* Corresponding author.

E-mail: yatawee3@gmail.com; Telephone: 09 9486 0787

วันที่รับบทความ 6 สิงหาคม 2563; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 22 กันยายน 2563; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 15 มีนาคม 2564
วันที่ตอบรับบทความ 20 เมษายน 2564

บทคัดย่อ

สะพาน เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สร้างขึ้นเพื่อการสัญจรทางบก และจากสถิติมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้นทุกปี บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน ให้สามารถนำมาใช้งานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยของสะพานในประเทศไทย เพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบและลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณช่วงสะพาน โดยการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบริเวณสะพานจากระบบสารสนเทศ ที่ได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุบริเวณสะพาน จากระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง (HAIMS) และ ระบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบท (ARMS) รวมทั้งศึกษารายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และแนวทางของ Austroads ประเทศออสเตรเลีย มาพัฒนา ปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้กับสะพานในประเทศไทย รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการสำรวจสะพานภาคสนาม ผลการศึกษาตัวอย่างสะพานในจังหวัดสงขลา จำนวน 36 สะพาน พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้สะพานที่เปิดใช้งานแล้วมีความปลอดภัย คือ ระยะเวลาการเปิดใช้งานและความถี่ในการบำรุงรักษา โดยองค์ประกอบของสะพานที่มีความสำคัญ คือ คอสะพานและราวกันอันตราย ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณช่วงก่อน – หลังสะพาน ที่เชื่อมต่อกับราวสะพาน จำเป็นต้องพิจารณาความปลอดภัยเช่นเดียวกัน

คำสำคัญ

รายการตรวจสอบ ความปลอดภัยทางถนน สะพาน ช่วงสะพาน การตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง

Abstract

Bridges are classified as a land transport infrastructure which tends to induce a higher number of annual road accidents. The purposes of this study are to consider essential road safety audit issues and to summarize them to the road's government agencies, with a focus on bridge approach elements which provide safer means of transportation. The bridge accident data were obtained from Highway Accident Information Management System (HAIMS) and Accident Report Management System (ARMS). The study also reviewed road safety audit investigation measurements currently used in Thailand and worldwide such as those from the Department of Highway (DOH), Department of Rural Road (DRR), and Austroads (Australia). Additional information from experts and specialists by interview and field survey was collected and employed to improve the utility of bridges in Thailand. The study of 36 bridges in Songkhla province results show that

the factors in concern are crucial for an establishment of safer and lower-maintenance bridges. The most important components of bridges which may cause road accidents were found to be bridge-neck parts and guardrails. For a higher level of road safety, the entrance and the exit of a bridge structure are recommended, as a first priority, in a future investigation.

Keywords

checklist; road safety; bridge; bridge approach; road safety audit (RSA)

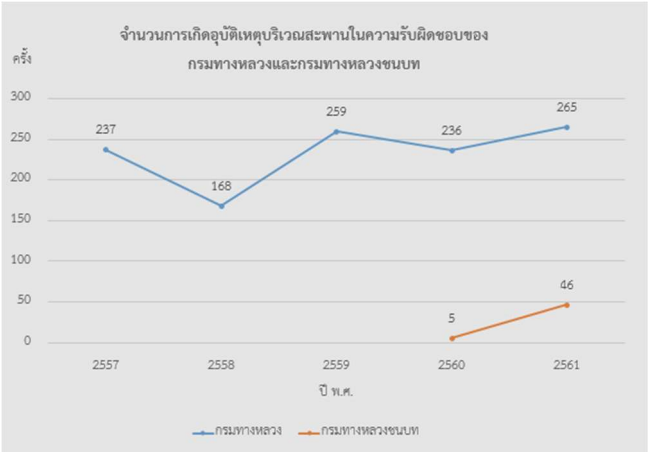
1. บทนำ

จากรายงานสถานการณ์อุบัติเหตุของ WHO ในปี พ.ศ. 2561 นั้น พบว่าในปี พ.ศ.2559 จำนวนผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุบนถนนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องถึง 1.35 ล้านคน ซึ่งเป็นยอดที่สูงกว่าปีก่อนๆ โดยมีอัตราการเสียชีวิตสูงถึง 18.2 รายต่อประชากร 100,000 คน และในปีเดียวกันนั้น ประเทศไทยมีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 84,552 ครั้ง เป็นอุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นบริเวณถนนทางตรง ทางโค้ง ทางแยก – ทางเชื่อม ทางลอด และสะพาน ตามลำดับ

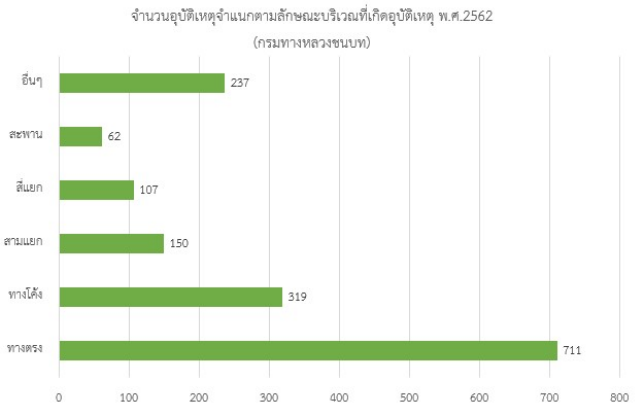
สะพานนับเป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานทางถนนที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป โดยประเทศไทยมีหน่วยงานที่รับผิดชอบโครงสร้างสะพานทั้งหมด 3 หน่วยงาน ได้แก่ กรมทางหลวง มีสะพานในความรับผิดชอบมากกว่า 14,000 แห่ง [1] กรมทางหลวงชนบท มีสะพานในความรับผิดชอบ 9,601 แห่ง [2] และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีสะพานในความรับผิดชอบ 56,799 แห่ง [3]

จากการบันทึกสถิติการเกิดอุบัติเหตุ โดยระบบสารสนเทศของกรมทางหลวง ที่เรียกว่า ระบบสารสนเทศอุบัติเหตุบนทางหลวง Highway Accident Information Management System (HAIMS) [4] และระบบรายงานอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบท (ARMS) [5] ซึ่งยังไม่รวมถึงข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่ไม่มีการบันทึกแยกในระบบฯ การบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุส่วนใหญ่นั้นจะแบ่งตามประเภทบริเวณจุดเกิดเหตุ จากข้อมูลที่สืบค้นจากระบบสารสนเทศดังกล่าว พบว่าในปี พ.ศ.2557 - 2561 มีจำนวนการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท โดยพบว่าจำนวนอุบัติเหตุบนสะพานของถนนทางหลวง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี แต่ในส่วนของกรมทางหลวงชนบทนั้น สถิติการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานไม่ติดอันดับ 1 ใน 5 ของอัตราการเกิดอุบัติเหตุ อาจเนื่องมาจากการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานนั้น มักจะถูกนำไปรวมกับลักษณะบริเวณที่เกิดเหตุรูปแบบอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 แต่ในปี พ.ศ.2562 จำนวนอุบัติเหตุบริเวณสะพานในระบบรายงานการเกิดอุบัติเหตุบนทางหลวงชนบทสูงถึง 62 ครั้ง ติดอันดับ 1 ใน 5 ของลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 2 [6] จากสถิติดังกล่าวนี้ ส่งผลให้สามารถคาดการณ์ได้ว่า อัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานของถนนทางหลวงชนบทมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นได้

การเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานในต่างประเทศ Rune Elvik และคณะ, 2019 ได้ทำการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบริเวณช่วง สะพานจาก The Norwegian Public Roads Administrationในประเทศนอร์เวย์ พบว่าอุบัติเหตุมักเกิดขึ้นบนสะพานที่มีการเปิดใช้งานมาเป็นเวลานานมากกว่าสะพานที่เปิดใช้งานเป็นระยะเวลาไม่นานนัก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอายุการใช้งานของสะพานว่ามีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ [7]



รูปที่ 1 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท [4, 5]



รูปที่ 2 จำนวนการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงชนบทปี พ.ศ.2562 [6]

Fridulv Sagberg และคณะ, 2020 ได้ทำการรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุบริเวณสะพานในนอร์เวย์เช่นเดียวกัน พบว่าอุบัติเหตุบริเวณช่วงสะพานที่มีอัตราการเกิดมากที่สุดคือ สะพานที่มีขนาดเล็ก เป็นช่วง 50 เมตรก่อนถึงสะพาน โดยมีสาเหตุหลักจากการชนกับราวสะพานและบริเวณที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุต่ำที่สุด คือบริเวณกลางสะพานซึ่งมักจะเกิดในสะพานที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นสิ่งที่ต้องพิจารณาในเรื่องความปลอดภัยของช่วงสะพานคือ ช่วงก่อนเข้าสู่สะพานและการออกแบบราวกันอันตรายหรือราวสะพาน [8] ดังนั้นเพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทางถนนบริเวณสะพาน วิธีการลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน คือ การตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง [9 - 13] โดยการประยุกต์ใช้รายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะมีการพิจารณาเฉพาะในประเด็นของทางตรง ทางโค้ง ทางเชื่อม – ทางแยก และถนนในเขตชุมชน [9 - 13] ที่เป็นลักษณะบริเวณที่มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงติดอันดับ 1 ใน 5 ของทุกปี แต่ยังไม่มีการพิจารณาความปลอดภัยงานทางบริเวณสะพาน ซึ่งเป็นหนึ่งในโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ และมีแนวโน้มที่จะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุเพิ่มสูงขึ้นดังที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น เพื่อเพิ่มความปลอดภัยสำหรับช่วงสะพานที่มีการเปิดใช้งานแล้ว การออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างมาก ในการใช้เป็นเครื่องมือในการป้องกันและลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณสะพาน

บทความนี้จึงมุ่งศึกษา การออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านความปลอดภัยของสะพานในประเทศไทย เพื่อช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุบริเวณช่วงสะพาน

2. การตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง

การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit, RSA) เป็นการตรวจสอบโครงการทางด้านถนน หรือการจราจรอย่างเป็นทางการ และมีกระบวนการตรวจสอบอย่างเป็นระบบ โดยผู้ตรวจสอบอิสระที่มีความเชี่ยวชาญ มีประสบการณ์ และทรงคุณวุฒิ ซึ่งการตรวจสอบนี้จะครอบคลุมถึงถนนที่เปิดใช้งานแล้ว โครงการที่กำลังก่อสร้าง หรืออยู่ระหว่างการออกแบบ [9 - 13] ซึ่งไม่นับว่าเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดของโครงการ แต่เป็นเพียงการตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งาน และมีแนวคิดที่เรียกได้ว่า เป็นวิธีการเชิงรุกเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ [9] โดยเฉพาะการตรวจสอบความปลอดภัยของถนนที่เปิดใช้งานแล้วนั้น ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการใช้งานคือ ระยะเวลาในการเปิดใช้งานและความสม่ำเสมอของการบำรุงรักษาทางให้มีสภาพพร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

2.1 องค์ประกอบของสะพาน

ในการออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางบริเวณช่วงสะพานนั้น องค์ประกอบที่ถูกนำมาพิจารณาในการออกแบบจะอ้างอิงจากการแบ่งส่วนประกอบของสะพานตามเกณฑ์ของหน่วยงานผู้รับผิดชอบ ซึ่งอาจมีการจัดเกณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยแบ่งส่วนประกอบของสะพานเป็นโครงสร้างสะพานส่วนบน (Superstructure) โครงสร้างสะพานส่วนล่าง (Substructure) และส่วนประกอบรอง (Secondary Components) [14] โดยในส่วนของรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางบริเวณช่วงสะพานนั้นเป็นการตรวจสอบที่สามารถพิจารณาชิ้นส่วนที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) [14 - 16] และสามารถมองเห็นได้จากการสัญจรผ่านช่วงสะพาน ได้แก่ องค์ประกอบที่ได้รับการติดตั้งจำพวก เชิงลาดสะพาน (Bridge Approach) รอยต่อเผื่อการขยาย (Expansion Joint) ผิวทาง (Wearing Surface) แผงกั้นจราจร (Traffic Barrier) ราวสะพาน (Bridge Railing) ทางเท้า (Sidewalk) ระบบระบายน้ำ (Drainage) คอ

สะพาน รวมถึงอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยต่างๆ เช่น ป้ายจราจร เครื่องหมายนำทาง เครื่องหมายจราจร [17 - 21] และไฟฟ้าแสงสว่าง

2.2 การพิจารณาความเสียหายขององค์ประกอบสะพานและอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัย

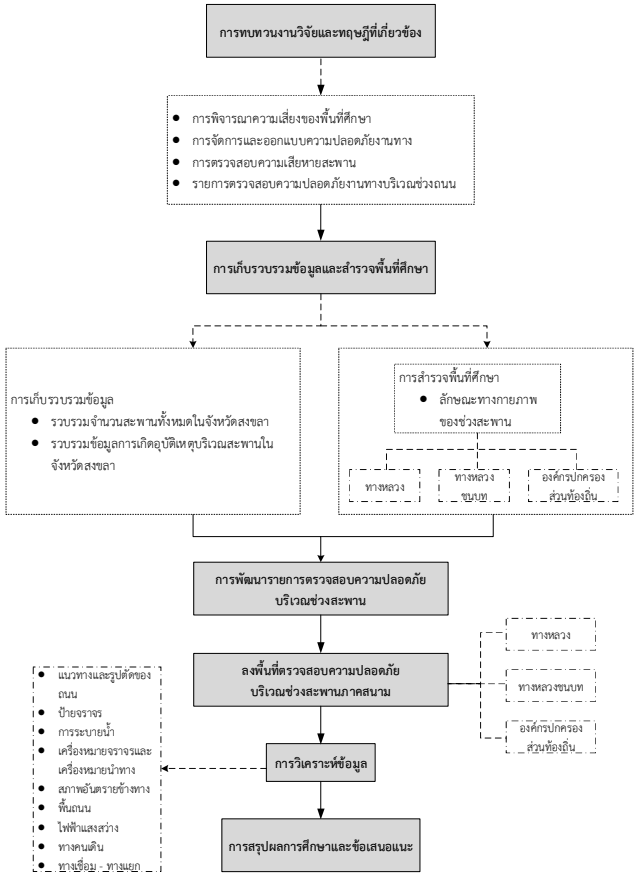
โดยปกติแล้วในการบำรุงรักษาสะพานนั้น มีหน่วยงานผู้รับผิดชอบดูแลและบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำ มีการจัดทำแบบบันทึกการสำรวจสภาพและความเสียหายของสะพาน โดยพิจารณาระดับความเสียหายของสะพานแบบเจาะลึกไปยังในส่วนของโครงสร้างสะพานส่วนบน (Superstructure) โครงสร้างสะพานส่วนล่าง (Substructure) และส่วนประกอบรอง (Secondary Components) เป็นการตรวจสอบความปลอดภัยของโครงสร้างเพื่อซ่อมแซมความเสียหาย เช่น คาน คอนกรีตเสริมเหล็ก ตอม่อสะพาน พื้นสะพาน รวมถึงป้ายจราจร ไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น [14 - 16] ซึ่งแตกต่างจากการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณสะพานที่เน้นการสัญจรของผู้ใช้รถใช้ถนน แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งการสำรวจสภาพความเสียหายของสะพานและการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางบริเวณช่วงสะพานนั้นยังคงมีความเกี่ยวเนื่องกันอยู่ในบางประเด็น ที่จำเป็นจะต้องพิจารณาตรวจสอบ ทั้งเพื่อซ่อมแซมโครงสร้างสะพาน และเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ที่สัญจรผ่านสะพาน นอกจากนั้นแล้วความปลอดภัยของสะพานยังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่างๆ ทั้งในเรื่องของแรงลมที่กระทำต่อป้ายจราจร ซึ่งอาจส่งผลให้ป้ายจราจรเกิดความเสียหาย [22] การเกิดภัยธรรมชาติ เช่น อุทกภัยที่อาจส่งผลให้สะพานชำรุด และระยะเวลาในการเปิดใช้งานของสะพานที่ส่งผลให้องค์ประกอบต่างๆ ของสะพานเกิดความเสียหายตามอายุการใช้งาน ซึ่งเป็นปัจจัยจำเป็นที่จะต้องพิจารณาในเรื่องของความปลอดภัยทางถนนด้วย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลและการสำรวจพื้นที่ศึกษา 3) การพัฒนารายการตรวจสอบความปลอดภัย 4) ลงพื้นที่ตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน โดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือในข้อที่ 3) 5) วิเคราะห์ข้อมูล และ 6) การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ลำดับขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 3

3.1 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ได้พัฒนาจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้วจากกรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จากนั้นได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง จากสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลาเพื่อตรวจสอบความ



รูปที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ปลอดภัย และเพื่อให้สะดวกต่อการพิจารณาความเสียหายของสะพานและการบำรุงรักษาสะพานว่ามีความสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งจะแบ่งกลุ่มขนาดของสะพานออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ที่มีโครงสร้างเป็นสะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก

โดยการแบ่งประเภทสะพาน ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ดังนี้ [15]

1) ขนาดเล็ก ความยาวสะพาน ≤ 50 เมตร

2) ขนาดกลาง 50 > ความยาวสะพาน ≤ 100 เมตร
3) ขนาดใหญ่ ความยาวสะพาน > 100 เมตร

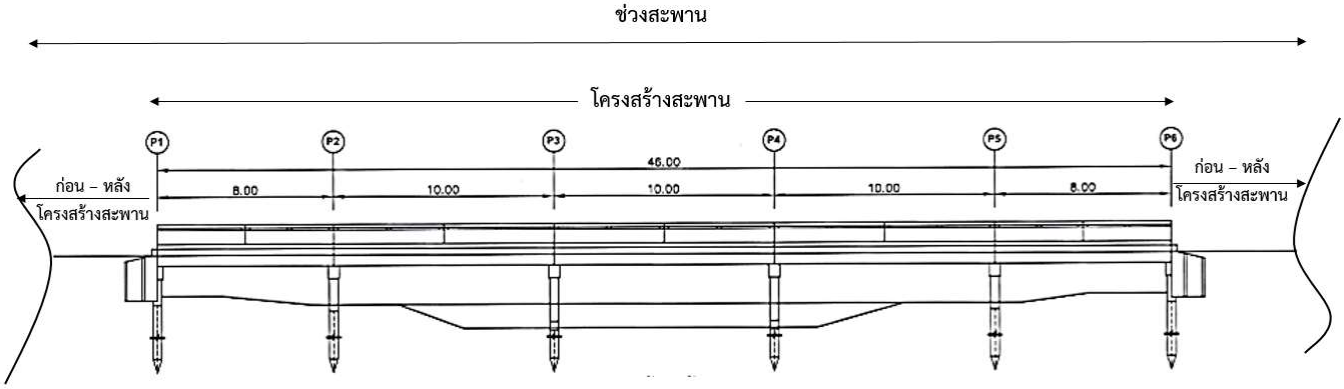
โดยกำหนดให้คำว่า “ช่วงสะพาน” คือช่วงก่อนขึ้นสะพาน 250 เมตร เพื่อให้ครอบคลุมการติดตั้งป้ายสะพานแคบ [19] และหลังลงจากสะพาน 250 เมตร โดยรวมโครงสร้างสะพาน แสดงดังรูปที่ 4

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของสะพานในเขตพื้นที่จังหวัดสงขลา โดยวิธีการตรวจสอบที่สามารถพิจารณาชิ้นส่วนที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) พบว่า ลักษณะโดยทั่วไปของสะพานในความรับผิดชอบของทั้ง หน่วยงานนั้น 3มีองค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน แตกต่างกันที่ปริมาณจราจรและความเร็วของยานพาหนะที่สัญจรผ่านช่วงสะพาน รวมถึงองค์ประกอบบางประเภทที่อาจไม่มีการติดตั้ง เช่น ทางเท้า ที่อาจมีการติดตั้งเฉพาะสะพานที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณชุมชน และไฟฟ้าส่องสว่าง ซึ่งสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงบางแห่งไม่มีการติดตั้ง [21] อย่างไรก็ตามการออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานนั้น จะพิจารณาองค์ประกอบโดยรวม ซึ่งสามารถพบเห็นได้ในสะพานส่วนใหญ่ การศึกษานี้จึงแบ่งประเด็นตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณสะพาน เพื่อการประเมินออกเป็น 1) *ใช่* ตามประเด็นที่กำหนด 2) *ไม่ใช่* ตามประเด็นที่กำหนดและ 3) *ไม่พิจารณา*ประเด็นนี้ เนื่องจากอาจไม่มีการติดตั้งหรือก่อสร้างองค์ประกอบดังกล่าว โดยประเด็นตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณสะพานจะแตกต่างจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง [9, 10, 11, 12, 13] ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากการออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานชุดนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอให้หน่วยงานที่มีสะพานในความรับผิดชอบ มีความสะดวกในการตรวจสอบและมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน

นอกจากนั้นการศึกษานี้ เมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานแล้วเสร็จ ได้ทำการสอบถามความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมขนส่งและความปลอดภัยทางถนน คณะทำงานออกแบบรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณทางตรง ทางโค้ง ทางแยก และในเขตชุมชน ที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

หน่วยงานที่มีโครงสร้างสะพานในความรับผิดชอบได้แก่ สำนักงานทางหลวงที่ 18 แขวงทางหลวงที่ 1 (สงขลา) สำนักงานทางหลวงที่ 18 แขวงทางหลวงที่ 2 (นาหม่อม) สำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวงชนบท และองค์ปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดสงขลา เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางบริเวณช่วงสะพานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยได้รับความคิดเห็นเพิ่มเติมในเรื่องของการพิจารณาบริเวณทางแยกที่อยู่ก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน การทรุดตัวบริเวณคอสะพาน และช่องทางการระบายน้ำบนโครงสร้างสะพาน ซึ่งความคิดเห็นจากหน่วยงานต่างๆ เหล่านี้ ทางผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์และพัฒนารายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 4 มุมมองช่วงสะพาน ดัดแปลงจาก [13]

4. ผลการวิจัย

4.1 ประเด็นรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน

จากการสืบค้นและสำรวจลักษณะสะพานที่มีการเปิดใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ควบคู่กับศึกษาประเด็นรายการตรวจสอบความปลอดภัยงานทางที่มีการใช้งานอยู่ปัจจุบัน นำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อใช้ตรวจสอบความปลอดภัยกับช่วงสะพาน โดยการศึกษานี้แบ่งพิจารณาประเด็นการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานออกเป็น 2 ส่วน โดยประเด็นทั่วไประหว่าง 1) ประเด็นการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณ ก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน ที่มีรูปแบบคล้ายคลึงกับรายการตรวจสอบความปลอดภัยที่มีใช้งานในปัจจุบัน เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่สามารถพบเห็นได้ ในบริเวณก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นถนนทางตรง ถนนทางโค้ง ทางแยก และถนนในเขตชุมชน จึงมีการพิจารณาถึงประเด็นต่างๆ ในลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันรวมถึงจะมีการพิจารณารวมไปถึงทางเชื่อม – ทางแยกบริเวณใกล้สะพาน อันเนื่องมาจากการมีชุมชนริมฝั่งแม่น้ำ หรือชุมชนริมทางรถไฟที่ก่อให้เกิดถนนสายย่อยที่เชื่อมต่อกับสะพาน การมองเห็นก่อนยานพาหนะเข้า – ออกโครงสร้างสะพาน รวมถึงป้ายจราจรที่มีการติดตั้งก่อนขึ้นสะพานทั้งป้ายบอกสะพานแคบ ป้ายจำกัดความเร็ว ในกรณีที่มีทางโค้งราบก่อนขึ้นสะพานอาจมีการติดตั้งป้ายเตือนแนวทางร่วมด้วย และอีกหนึ่งองค์ประกอบที่ควรมีการติดตั้งก่อนถึงสะพาน คือราวกันอันตรายที่เชื่อมต่อกับราวสะพานบริเวณคอสะพาน เพื่อป้องกันหรือลดความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุในการชนคอสะพาน และ 2) ประเด็นรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณโครงสร้างสะพาน ที่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับประเด็นการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณ ก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน แต่มีบางประเด็นที่ต้องพิจารณาเพิ่มจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณอื่นๆ คือ คอสะพาน ซึ่งเป็นจุดที่เชื่อมต่อระหว่างช่วงถนนไปยังสะพานที่ต้องมีการพิจารณาเรื่องของการทรุดตัว นอกจากนั้นแล้วยังต้องพิจารณาถึงประเด็นอื่นๆ เช่นเดียวกับการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน แต่ในส่วนของโครงสร้างสะพานนั้นไม่จำเป็นต้องพิจารณาก็คือทางเชื่อมและทางแยก เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของสะพานนั้น ไม่มีเรื่องทางเชื่อมและทางแยกเข้ามาเกี่ยวข้อง นอกจากนั้นแล้วสิ่งที่สำคัญอีกหนึ่งสิ่งที่ต้องพิจารณาคือเรื่องของรอยต่อของสะพาน ที่มักมีวัชพืชขึ้นปกคลุม และการหลุดของตัวยึดที่ต้องตรวจสอบอย่างระมัดระวัง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ประเด็นรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานที่ต้องพิจารณาทั้งหมดสามารถแสดงในรูปที่ 5 โดยในการใช้งานนั้นจะมีการเลือกพิจารณาในประเด็นที่ทำการตรวจสอบแล้วทำการประเมินว่า ชิ้นส่วนของช่วงสะพานที่ทำการประเมินนั้น เป็นไปตามประเด็นที่ทำการพิจารณาหรือไม่ ถ้าเป็นไปตามประเด็นที่พิจารณาให้เลือกว่า *ใช่* แต่ถ้าไม่เป็นไปตามประเด็นที่พิจารณาเลือก *ไม่ใช่* และหากไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่มีในรายการตรวจสอบความปลอดภัยให้เลือก *ไม่พิจารณา*

4.2 สรุปผลการใช้รายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน

จากการลงพื้นที่เพื่อทำการนำประเด็นการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณโครงสร้างสะพานไปใช้ปฏิบัติงานจริงนั้น สามารถสรุปผลการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานจากทั้ง 3 หน่วยงานได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 โดยสะพานที่ลงพื้นที่ตรวจสอบทั้งหมด 36 แห่ง จาก 3 หน่วยงาน โดยกรมทางหลวงชนบทและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานละ 9 แห่ง รวมเป็น 18 แห่ง ในส่วนของกรมทางหลวง เนื่องจากการแบ่งทิศทางจราจรของถนนทางหลวงที่ทำการตรวจสอบได้ทำการแบ่งหนึ่งโครงสร้างสะพานต่อหนึ่งทิศทางจราจร เพื่อความครอบคลุมของการตรวจสอบทางผู้วิจัยจึงดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยของสะพานทางหลวงทั้ง 2 ทิศทางการจราจร รวมได้ลงพื้นที่ตรวจสอบสะพานในความรับผิดชอบของกรมทางหลวงทั้งหมด 18 แห่ง

5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้รวบรวมประเด็นที่ใช้สำหรับการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน โดยการพิจารณาองค์ประกอบของสะพานที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและนำไปใช้ตรวจสอบสะพานที่มีการเปิดใช้งานอยู่ในปัจจุบันของหน่วยงานผู้รับผิดชอบทั้ง 3 หน่วยงาน พบว่ารายการตรวจสอบความปลอดภัยที่นำไปตรวจสอบช่วงสะพานที่มีการ

เปิดใช้งานนั้น มีบางประเด็นที่สะพานบางแห่งไม่มีการพิจารณาในประเด็นนั้นๆ เนื่องมาจากขนาดของโครงสร้างสะพานและสภาพภูมิประเทศที่ไม่มีความจำเป็นต่อการติดตั้ง โดยเฉพาะสะพานขนาดเล็กที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยไม่มากนัก ต่างจากสะพานขนาดกลางและขนาดใหญ่ ในส่วนของความสมบูรณ์ของสะพานมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณจราจร ความเร็วที่ใช้บนสะพาน ประเภทของยานพาหนะที่สัญจรผ่านสะพาน และความถี่ในการบำรุงรักษาช่วงสะพาน รวมถึงองค์ประกอบของอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยที่มีความสำคัญบริเวณช่วงสะพาน ซึ่งก็คือ คอสะพาน ที่เกิดการแตกร้าวเนื่องจากปัจจัยต่างๆ ทั้งการรับน้ำหนักบรรทุก รวมถึงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งจะส่งผลให้ยานพาหนะที่เคลื่อนที่มาด้วยความเร็วสูงเกิดการเสียหลักและพลัดตกสะพานได้ อีกทั้งราวกันอันตรายและราวสะพาน ซึ่งไม่ได้มีการติดตั้งให้เชื่อมต่อกัน มีการเว้นช่องว่างระหว่างราวสะพานและราวกันอันตรายเล็กน้อย ซึ่งอาจส่งผลให้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ ยานพาหนะอาจมีการพลัดหลุดจากช่องว่างนั้นได้ โดยเฉพาะยานพาหนะขนาดเล็ก เช่น รถจักรยานยนต์ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เพื่อการสัญจรในประเทศไทย โดยเฉพาะบริเวณสะพานที่อยู่บริเวณเขตชุมชน

ตารางที่ 1 สรุปความปลอดภัยจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน (ก่อน - หลังโครงสร้างสะพาน)

ประเด็น	กรมทางหลวง	กรมทางหลวงชนบท	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
1. แนวทางและรูปตัดของถนน	- ไม่มีความชันมากนัก โดยทั่วไปเป็นทางตรงและช่วงถนนที่มีลักษณะโค้งราบ - ในกรณีทางโค้งราบ ระยะมองเห็นส่วนใหญ่มักขึ้นอยู่กับต้นไม้ที่บดบังทัศนวิสัย		
2. ป้ายจราจร	- มีการติดตั้งป้ายจราจรประเภทป้ายเตือน สะพานแคบ (ต.(25 - มีการการติดตั้งป้ายทางเชื่อม – ทางแยกร่วมด้วยในกรณีที่ก่อน – หลังโครงสร้างสะพานมีทางเชื่อม – ทางแยก		มีการติดตั้งป้ายทางเชื่อม – ทางแยกร่วมด้วยในกรณีที่ ก่อน – หลังโครงสร้างสะพานมีทางเชื่อม – ทางแยกขนาดใหญ่
3. การระบายน้ำ	ขึ้นอยู่กับ % Crown Slope ของสะพาน โดยของเหลวจะถูกระบายออกทางด้านข้างถนน		ท่อระบายน้ำ หรือ ร่องระบายน้ำ
4. เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง	**เครื่องหมายจราจร :** - ติดตั้งในทุกแห่งของช่วงสะพาน แต่อันเนื่องมาจากปริมาณจราจรที่มีจำนวนมาก ส่งผลให้เส้นจราจรค่อนข้างลางเลือน บางแห่งอาจส่งผลให้แนวทางมีความไม่ชัดเจน **เครื่องหมายนำทาง :** - เป้าสะท้อนแสง คือ เครื่องหมายนำทางที่นิยมใช้บริเวณก่อนขึ้นสะพาน แต่จะติดอยู่กับราวกันอันตรายที่เชื่อมต่อกับราวสะพาน โดยลักษณะของเป้าสะท้อนแสงจะชีดจางจนไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ		**เครื่องหมายจราจร :** เป็นองค์ประกอบที่ได้รับการติดตั้งในทุกแห่งของช่วงสะพาน แต่อันเนื่องมาจากปริมาณจราจรที่มีจำนวนมาก ส่งผลให้เส้นจราจรค่อนข้างลางเลือน บางแห่งอาจส่งผลให้แนวทางมีความไม่ชัดเจน
5. สภาพอันตรายข้างทาง	- ไม่มีสิ่งก่อสร้างถาวรอยู่ริมทาง - ส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ - มีการติดตั้งราวกันอันตราย แต่ไม่เชื่อมต่อกับราวสะพาน - มีไหล่ทาง - ก่อนโครงสร้างสะพานบางแห่งมีระยะผายก่อนถึงคอสะพาน	- มีสิ่งปลูกสร้างถาวรและต้นไม้อยู่ริมทาง - มีการติดตั้งราวกันอันตราย แต่ไม่เชื่อมต่อกับราวสะพาน - สะพานบางแห่งไม่มีไหล่ทาง	- มีสิ่งปลูกสร้างถาวรและต้นไม้อยู่ริมทาง โดยเฉพาะในเขตเมือง - บางแห่งไม่มีการติดตั้งราวกันอันตราย - ไม่มีไหล่ทางเป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 1 สรุปความปลอดภัยจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน (ก่อน - หลังโครงสร้างสะพาน) (ต่อ)

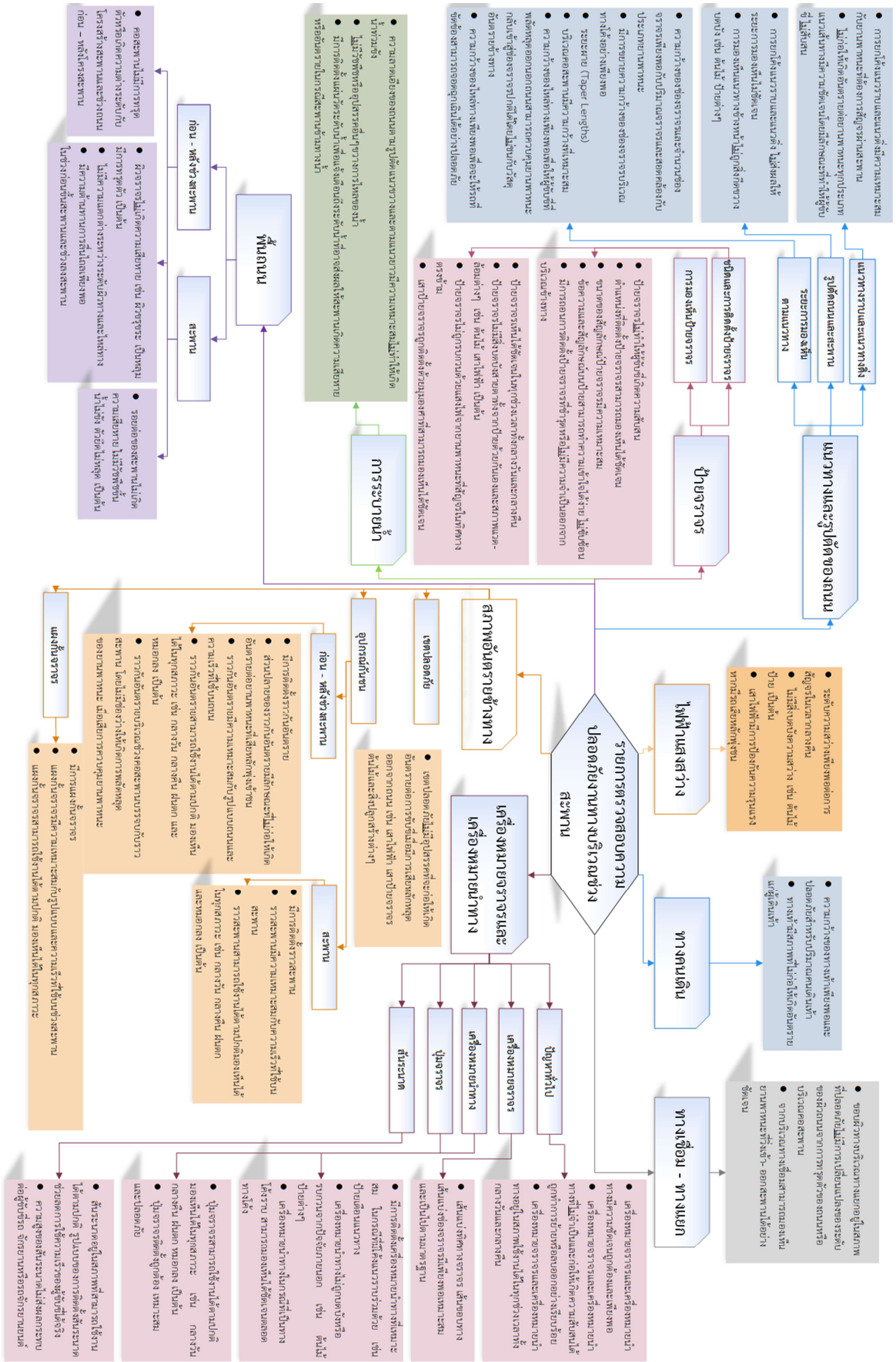
ประเด็น	กรมทางหลวง	กรมทางหลวงชนบท	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
6. พื้นถนน	- เส้นจราจรที่ไม่ชัดเจน - การหลุดร่อนของผิวถนน - คอสะพานไม่มีการทรุดตัว	- เส้นจราจรที่ไม่ชัดเจน - การหลุดร่อนของผิวถนน - คอสะพานไม่มีการทรุดตัว - สำหรับสะพานที่ต้องการควบคุมความเร็ว เช่นสะพานขนาดใหญ่ที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นโค้งคว่ำ มีระยะมองเห็นไม่ชัดเจน จะมีการติดตั้งสันระนาดก่อนโครงสร้างสะพาน	- เส้นจราจรที่ไม่ชัดเจน - การหลุดร่อนของผิวถนน - คอสะพานไม่มีการทรุดตัว
7. ไฟฟ้าแสงสว่าง	มีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงก่อน – หลังโครงสร้างสะพานที่อยู่ใกล้เขตชุมชน หรือใกล้ทางแยกเข้าสู่ชุมชน แต่ในกรณีที่เป็นเขตห่างไกลชุมชนนั้น ถนนหมายเลข 43 จะไม่มีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง โดยแสงสว่างที่ใช้จะเนื่องจากแสงไฟจากยานพาหนะเท่านั้น บางบริเวณที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่ เวลากลางคืนจะส่งผลให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ชัดเจน	ในสายทางที่มีปริมาณประชากรจำนวนมาก จะมีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง ในขณะที่พื้นที่ที่ประชากรไม่หนาแน่น ไม่มีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นสะพานที่อยู่ข้างหน้าได้อย่างชัดเจน	โดยส่วนใหญ่มีการติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่าง เนื่องจากเป็นเขตชุมชน
8. ทางคนเดิน	ไม่มีการติดตั้งทางคนเดิน	ไม่มีการติดตั้งทางคนเดิน	มีการติดตั้งทางคนเดินในเขตชุมชน
9. ทางเชื่อม - ทางแยก	มีการติดตั้งป้าย ทางเชื่อม – ทางแยก ก่อน – หลัง จากโครงสร้างสะพาน ตามลักษณะทางกายภาพของบริเวณนั้น บริเวณนั้น		มีการติดตั้งป้ายทางแยกเฉพาะบริเวณทางแยกที่มีขนาดใหญ่

ตารางที่ 2 สรุปความปลอดภัยจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน (โครงสร้างสะพาน)

ประเด็น	กรมทางหลวง	กรมทางหลวงชนบท	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
1. แนวทางและรูปตัดของถนน	- สะพานมีลักษณะทางกายภาพเป็นทางตรง สามารถมองเห็นแนวทางและรูปตัดถนนได้อย่างชัดเจน - สะพานข้ามแยก มีลักษณะทางกายภาพแบบผสม ได้แก่ โค้งราบ โค้งดิ่ง และทางตรง สามารถมองเห็นแนวทางได้อย่างชัดเจน	- สะพานมีลักษณะทางกายภาพหลายรูปแบบ ทั้งทางตรง และทางโค้งดิ่ง โดยสะพานที่มีรูปแบบเป็นทางโค้งคว่ำ คือสะพานที่ข้ามแม่น้ำขนาดใหญ่ หรือข้ามทางรถไฟ - สะพานที่มีลักษณะกายภาพเป็นทางโค้งคว่ำ อาจส่งผลให้ระยะการมองเห็นไม่ชัดเจน โดยเฉพาะถนน 2 ช่องจราจร สวนทิศทางกัน	- สะพานข้ามทางรถไฟ มีลักษณะทางกายภาพแบบผสม ได้แก่ โค้งราบ โค้งดิ่ง และทางตรง สามารถมองเห็นแนวทางได้อย่างชัดเจน - สะพานที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปคือสะพานที่มีลักษณะทางกายภาพเป็นทางตรง
2. ป้ายจราจร	- มีการติดตั้งป้ายจราจรประเภท ป้ายแนะนำแนวทางและป้ายจำกัดความเร็วบนสะพาน	- ไม่มีการติดตั้งป้ายจราจร	- มีการติดตั้งป้ายจราจรบนสะพานที่มีขนาดใหญ่ - สะพานบางแห่งพิจารณาติดป้ายทางแยกบนสะพานที่มีขนาดเล็ก
3. การระบายน้ำ	- มีช่องระบายน้ำอยู่บริเวณพื้นสะพาน - สะพานบางแห่ง ช่องระบายน้ำมีวัชพืชขึ้นปกคลุมทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำได้ช้าลง		

ตารางที่ 2 สรุปความปลอดภัยจากรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพาน (โครงสร้างสะพาน (ต่อ)

ประเด็น	กรมทางหลวง	กรมทางหลวงชนบท	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
4. เครื่องหมายจราจรและเครื่องหมายนำทาง	- สำหรับสะพานที่มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยไม่มีการบำรุงรักษาเส้นแบ่งช่องจราจรมีความเลือนลาง - มีการติดตั้งเป้าสะท้อนแสงบริเวณราวสะพาน แต่เมื่อมีการใช้งานเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้สีสะท้อนแสงหลุดร่อน ไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ	- สำหรับสะพานที่มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยไม่มีการบำรุงรักษาเส้นแบ่งช่องจราจร และเส้นแบ่งทิศทางจราจรมีความเลือนลาง	- สำหรับสะพานที่มีอายุการใช้งานยาวนาน โดยไม่มีการบำรุงรักษาเส้นแบ่งช่องจราจร และเส้นแบ่งทิศทางจราจรมีความเลือนลาง
5. สภาพอันตรายข้างทาง	- มีการติดตั้งราวสะพาน	- มีการติดตั้งราวสะพาน	- มีการติดตั้งราวสะพาน - สำหรับสะพานที่มีปริมาณจราจรจำนวนมากและเป็นสะพานรูปแบบทิศทาง มีการติดตั้ง 2 ช่องจราจร 2 แผงกั้นจราจร
6. พื้นถนน	- ไม่พิจารณาเรื่องเส้นแบ่งทิศทางการจราจร เนื่องจาก 1 สะพาน 1 ทิศทางการจราจร - คอสะพานไม่มีการทรุดตัว	- โดยทั่วไปเป็นถนน ช่องจราจร2 2 ทิศทางพิจารณาเส้นแบ่งทิศทางจราจร - คอสะพานค่อนข้างสมบูรณ์ ไม่มีการแตกร้าว - สะพานบางแห่งมีรอยร้าวบริเวณรอยต่อของสะพาน	- ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีการตีเส้นจราจรถนนแบ่งปัน - พิจารณาเส้นช่องแบ่งปัน และเส้นแบ่งทิศทางจราจร ในกรณีถนน ช่อง 2 ทิศทาง 2 จราจร - ในกรณีมีช่องจราจรมากกว่า ช่องใน 1 ทิศทางเดียว พิจารณาเส้นแบ่งช่องจราจรร่วมด้วย - สะพานบางแห่งมีวัชพืชขึ้นบริเวณรอยต่อของสะพาน
7. ไฟฟ้าแสงสว่าง	- มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าบนสะพานขนาดใหญ่ - สะพานขนาดกลางและขนาดเล็ก เสาไฟฟ้าจะถูกติดตั้งที่บริเวณก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน - ในบางสายทางที่ไม่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าบนช่วงถนน โครงสร้างสะพานก็จะไม่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าเช่นเดียวกัน	- สะพานขนาดใหญ่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าบนสะพาน - สะพานขนาดกลางและขนาดเล็กพิจารณาเรื่องของเขตชุมชนเพิ่มเติม หากไม่อยู่ในเขตชุมชน ส่วนใหญ่ไม่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้า หากอยู่ในเขตชุมชนเสาไฟฟ้าจะถูกติดตั้งที่บริเวณก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน	- สะพานขนาดใหญ่มีการติดตั้งเสาไฟฟ้าบนสะพาน - สะพานขนาดกลางและขนาดเล็ก เสาไฟฟ้าจะถูกติดตั้งที่บริเวณก่อน – หลังโครงสร้างสะพาน
8. ทางคนเดิน	- ในสะพานบางแห่งมีการติดตั้งทางคนเดิน โดยถูกติดตั้งร่วมกับราวสะพาน		
9. ทางเชื่อม – ทางแยก	- ไม่พิจารณา ทางเชื่อม – ทางแยก บนโครงสร้างสะพาน - ไม่มีการติดตั้งป้ายเตือนบนสะพาน		มีการติดตั้งป้ายเตือน ทางเชื่อม – ทางแยก บนโครงสร้างสะพาน



รูปที่ 5 กรณีศึกษาระบบการจัดการน้ำเสียชุมชนแบบรวมศูนย์

6. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้อาจมีข้อจำกัดจากจำนวนตัวอย่างของสะพานและสภาพภูมิประเทศที่ทำการศึกษา รวมทั้งลักษณะเฉพาะของแต่ละหน่วยงาน โดยเฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยขึ้นอยู่กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น แต่ละแห่ง ซึ่งผู้ขับขี่อาจจำเป็นจะต้องมีความชำนาญในเส้นทาง ดังนั้นประเด็นรายการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณช่วงสะพานอาจจะต้องพิจารณาลักษณะทางกายภาพเฉพาะสะพานแต่ละแห่งเพิ่มเติม รวมถึงระบุการติดตั้งอุปกรณ์อำนวยความปลอดภัยสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และอาจเพิ่มข้อเสนอแนะในแต่ละประเด็นเพิ่มเติม เนื่องจากข้อคิดเห็นของผู้ตรวจสอบ

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยคนที่ 1 ขอขอบคุณกรมทางหลวง สำนักก่อสร้างสะพาน กรมทางหลวงชนบท และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในเขตจังหวัดสงขลาที่อนุเคราะห์ข้อมูล และคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยก้นกุฏิ พ.ศ.2561

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมทางหลวง. *จำนวนทรัพย์สินทางหลวง (สะพาน)*. เข้าถึงได้จาก: https://roadnet2.doh.go.th/home. [เข้าถึงเมื่อ 5 กันยายน 2562].

[2] กรมทางหลวงชนบท. *รายงานจำนวนทรัพย์สินในเขตทาง (สะพาน) จำแนกตามหน่วยงาน*. เข้าถึงได้จาก: http://rm.drr.go.th/. [เข้าถึงเมื่อ 16 กุมภาพันธ์ 2562]

[3] กรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น. *ข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานและสาธารณูปโภค (สะพานคอนกรีต)*. 2561 เข้าถึงได้จาก: http://infov1.dla.go.th/. [เข้าถึงเมื่อ 1 ตุลาคม 2562].

[4] กรมทางหลวง. *รายงานจำนวนอุบัติเหตุจำแนกตามลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุปี 2557; 2558; 2559; 2560; 2561*. เข้าถึงได้จาก:http://haims.doh.go.th/. [เข้าถึงเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2562]

[5] กรมทางหลวงชนบท. *รายงานจำนวนอุบัติเหตุจำแนกตามลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุปี 2557; 2558; 2559; 2560; 2561*. เข้าถึงได้จาก:http://arms.drr.go.th/report. [เข้าถึงเมื่อ 22 ตุลาคม 2562].

[6] กรมทางหลวงชนบท. *รายงานจำนวนอุบัติเหตุจำแนกตามลักษณะบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุปี 2562*. เข้าถึงได้จาก: http://arms.drr.go.th/report. [เข้าถึงเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2563].

[7] Elvik R, Sagberg F, Langeland PA. An analysis of factors influencing accidents on road bridges in Norway. *Accident Analysis and Prevention 129*. 2019;129: 1 – 6.

[8] Sagberg F, Elvik R, Langeland PA. Crash risk on entrance versus exit zones of road bridges in Norway. *Accident Analysis and Prevention*. 2020;134: 1 - 5.

[9] พิชัย ธานีรณานนท์, ยอดพล ธนาบริบูรณ์, ลำดวน ศรีศักดา. *การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน คู่มือปฏิบัติสำหรับประเทศไทย*. สงขลา: 2548.

[10] Austroads. *Austroads.AGRS06 - Guide to Road Safety Part 6: Road Safety Audit*. Incorporated. Australia: 2009.

[11] กรมทางหลวง. *คู่มือการตรวจสอบความปลอดภัยสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว.* กรุงเทพฯ: 2548. หน้า 8 - 16.

[12] สำนักงานตรวจสอบความปลอดภัยงานทาง. *คู่มือการยกระดับความปลอดภัยงานทางสำหรับถนนที่เปิดให้บริการแล้ว*. กรุงเทพฯ: กรมทางหลวงชนบท; 2560.

[13] กรมทางหลวง. *การตรวจสอบความปลอดภัยทางถนน (Road Safety Audit)*. กรุงเทพฯ: สำนักอำนวยความปลอดภัย; 2549.

[14] กรมทางหลวง. *คู่มือการสำรวจและตรวจสอบสะพาน*. กรุงเทพฯ: สำนักก่อสร้างสะพาน; 2555.

[15] กรมทางหลวงชนบท. *คู่มือบำรุงสะพานและทางลอด*. กรุงเทพฯ: สำนักบำรุงทาง; 2562.

[16] กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น. *มาตรฐานสะพาน*. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์; ม.ป.ป.

[17] กรมทางหลวง. *คู่มือแนะนำการติดตั้งอุปกรณ์กั้นและสิ่งอำนวยความปลอดภัย*. กรุงเทพฯ: สำนักอำนวยความปลอดภัย; ม.ป.ป. หน้า 29 - 39.

[18] กรมทางหลวง. *มาตรฐานป้ายจราจร*. กรุงเทพฯ: 2561.

[19] กรมทางหลวงชนบท. *คู่มือการติดตั้งป้ายจราจร*. กรุงเทพฯ: สำนักสำรวจและออกแบบ; 2556.

[20] กรมทางหลวง. *คู่มือและมาตรฐานเครื่องหมายจราจรบนพื้นทางและเครื่องหมายนำทาง*. กรุงเทพฯ: 2554.

[21] กรมทางหลวง. *ข้อมูลงานทางที่เกี่ยวข้องกับงานอำนวยความปลอดภัย*. กรุงเทพฯ: สำนักอำนวยความปลอดภัย; 2562.

[22] Berthellemy J. Maintenance of road bridges and road equipments optimized by a good fatigue design. *Procedia Engineering.* 2015;133: 255 – 264