



การวิเคราะห์อุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟโดยใช้ทฤษฎีโครงข่าย Railway level crossing accident analysis using network theory

รัฐพงศ์ มีสิทธิ์* ชยุด อภิขำนนท์กุล และ ศุภิสรานนท์ เรืองเสนา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

Ratthaphong Meesit*, Chayut Aphichavanungul and Supisaranon Reangsena

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Burapha University, Chonburi 20131

Received: 8 September 2021/ Revised: 27 December 2021/ Accepted: 29 December 2021

บทคัดย่อ

การเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อทั้งชีวิตและความน่าเชื่อถือของประชาชนที่มีต่อระบบขนส่งทางรางในประเทศไทย งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้ทฤษฎีโครงข่าย (network theory) เพื่อหาความเชื่อมโยงของปัจจัยอันตรายต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ รวมถึงรู้ต้นตอของปัญหาเพื่อที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะได้นำไปแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟจากข่าวทั้งหมด 138 ข่าว (11 ปีย้อนหลัง พ.ศ. 2553-2563) ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยอันตรายที่สามารถนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุได้ง่ายที่สุด คือ การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร รองลงมาคือ การมีอุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟที่ไม่เหมาะสม และอันดับที่สามเกี่ยวกับความไม่สมบูรณ์ทางด้านร่างกายของผู้ขับขี่ เช่น ตาบอดสี หูตึง เป็นต้น นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบอีกว่า การบริหารจัดการจุดตัดทางรถไฟและการบำรุงรักษาที่ยังขาดประสิทธิภาพเป็นปัจจัยอันตรายหลักที่เชื่อมโยงไปสู่กลุ่มปัจจัยอันตรายจากอุปกรณ์และโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นกลุ่มปัจจัยอันตรายที่มีความเสี่ยงสูงที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุที่พบบ่อยที่สุด ณ จุดตัดทางรถไฟ คือ รถไฟชนรถยนต์

คำสำคัญ: จุดตัดทางรถไฟ อุบัติเหตุ ความปลอดภัยทางถนน ทฤษฎีโครงข่าย



Abstract

Accident at level crossing is a significant problem that can affect both the safety of people and the reliability of rail transportation in Thailand. This paper presents the application of the network theory to investigate the connection of the hazards and the root causes of level crossing accidents. 138 cases of accidents were collected from the news (2010 - 2020) and used as a data in this study. As results, it is found that traffic violation, having improper safety equipment at level crossing and physical problem of the drivers seem to be the hazards that can easily link to a level crossing accident. In addition, the results also illustrate that inefficient level crossing management (e.g., operation and maintenance) could be the root cause of the common type of level crossing accidents in Thailand which is “train crashes with passenger car”.

Keywords: Railway level crossing, Accident, Road safety, Network theory

บทนำ

โครงข่ายระบบขนส่งทางรางของไทยมีเส้นทางการให้บริการกว่า 4,000 กิโลเมตร กระจายไปในหลายพื้นที่ของประเทศ ได้แก่ เส้นทางสายเหนือ สายตะวันออกเฉียงเหนือ สายตะวันออก สายใต้ และสายแม่กลอง การเดินรถไฟในเส้นทางเหล่านี้ส่งผลให้การขนส่งคนและสินค้าไปยังภูมิภาคต่าง ๆ สามารถทำได้ง่ายขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันของประเทศในภาพรวม อย่างไรก็ตาม ภัยพิบัติการมีเส้นทางรถไฟอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ นั้น สิ่งที่น่ากังวลไม่ได้ คือ การมีจุดตัดทางรถไฟ

บนโครงข่าย ในปัจจุบันประเทศไทยมีจุดตัดทางรถไฟทั้งหมดจำนวน 2,657 แห่ง (ภาพที่ 1) เป็นจุดตัดที่ได้รับอนุญาตจำนวน 1,981 แห่ง และจุดตัดที่ไม่ได้รับอนุญาต (ทางลักผ่าน) จำนวน 676 แห่ง [1] ซึ่งการมีจุดตัดทางรถไฟในระบบเป็นจำนวนมากนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางลักผ่าน เป็นปัญหาสำคัญที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุและการเดินรถไฟล่าช้า ส่งผลกระทบต่อทั้งชีวิตของประชาชนและความน่าเชื่อถือของระบบขนส่งทางรางในประเทศไทย



ภาพที่ 1 ตัวอย่างจุดตัดทางรถไฟแบบมีเครื่องกั้น ณ จังหวัดชลบุรี

จากสถิติการเกิดอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟ 5 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558-2562 มีจำนวนอุบัติเหตุเกิดขึ้นทั้งหมด จำนวน 359 ครั้ง มีผู้เสียชีวิต จำนวน 135 ราย และผู้บาดเจ็บ จำนวน 358 คน [1] โดยเฉลี่ยแล้วพบว่า ทุก ๆ 5 วัน จะเกิดอุบัติเหตุ 1 ครั้ง และจะทำให้มีผู้บาดเจ็บอย่างน้อย 1 คน ยิ่งไปกว่านั้นยังพบอีกว่าการเกิดอุบัติเหตุ ทุก ๆ 3 ครั้ง อาจส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 1 ราย ซึ่งในมุมมองของระบบขนส่งทางรางถือว่าไม่สามารถยอมรับได้ ถึงแม้การก่อสร้างสะพานข้ามทางรถไฟและทางลอดใต้ทางรถไฟสามารถป้องกันการเกิดอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างที่สูงจึงไม่สามารถจัดให้มีสะพานหรือทางลอดได้ทุกจุด ทำให้ยังคงเกิดปัญหาอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟอยู่ในปัจจุบัน [2]

ด้วยเหตุดังกล่าวที่ผ่านมาจึงมีงานวิจัยเกิดขึ้นมากมายที่ได้ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหานี้ ยกตัวอย่าง เช่น Hu และคณะ [3] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจสอบปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงของอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ อาซิรญาณ์ และคณะ [4] ได้ทำการตรวจสอบความปลอดภัยของจุดตัดทางรถไฟเพื่อหาความเหมาะสมในการติดตั้งเครื่องกั้นอัตโนมัติสำหรับจุดตัดทางรถไฟแบบควบคุมด้วยป้ายจราจร ดลยฤทธิ์ และคณะ [5] ได้ทำการตรวจสอบความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟและพัฒนารายการตรวจสอบความปลอดภัยที่สามารถใช้ได้ทั่วไป Jeremy และคณะ [6] ศึกษาความปลอดภัยของผู้ขับขี่บริเวณจุดตัดทางรถไฟในประเทศออสเตรเลียโดยใช้การสัมภาษณ์กลุ่มประชากรเพื่อเก็บข้อมูลด้านประสบการณ์และพฤติกรรมของผู้ขับขี่ในการข้ามจุดตัดทางรถไฟ Sirkku [7] เปรียบเทียบการเกิดอุบัติเหตุที่จุดตัดทางรถไฟระหว่างจุดตัดแบบ passive (จุดตัดที่ควบคุมด้วยเครื่องหมายจราจรเท่านั้น) และแบบ active (จุดตัดที่ควบคุมด้วยสัญญาณไฟจราจร เสียงเตือน และเครื่องกั้นชนิดต่าง ๆ) สุดท้าย ยุทธนา และคณะ [8] ได้ทำการศึกษาแนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดตัดทางรถไฟในเขตพื้นที่จังหวัดปราจีนบุรีโดยใช้วิธีเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ

กับ Railroad-highway grade crossing handbook (revised second edition August 2007) ของสหรัฐอเมริกา จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าโดยส่วนใหญ่งานวิจัยที่ผ่านมามุ่งเน้นไปที่การหาปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุ (contribution factors) และการพัฒนาวิธีการตรวจสอบความปลอดภัย (safety audit checklists) ณ จุดตัดทางรถไฟ ทั้งนี้ยังมีงานวิจัยไม่มากที่ทำการหาความเชื่อมโยงของปัจจัยอันตรายในการเกิดอุบัติเหตุ (hazards) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางการป้องกันอุบัติเหตุเชิงลึก

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาหาปัจจัยอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อ การเกิดอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟ โดยใช้ทฤษฎีโครงข่าย (network theory) วิธีนี้จะสามารถวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงของปัจจัยอันตรายต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ณ บริเวณจุดตัดทางรถไฟ ผลการศึกษาจะทำให้เข้าใจห่วงโซ่ของการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงรู้รากของปัญหาที่จะนำไปสู่ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดปัญหานี้ไปจากสังคมไทยอย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดบริเวณจุดตัดทางรถไฟของประเทศไทย 11 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2563 รวมทั้งหมด จำนวน 138 ข่าว โดยข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมจากข่าวของสถานีโทรทัศน์ เว็บไซต์ข่าวประจำวัน เว็บไซต์ท้องถิ่น และจากบุคลากรในหน่วยงานด้านความปลอดภัยทางถนนที่ได้นำเสนอไว้ในสื่อออนไลน์ต่าง ๆ เช่น Facebook หรือ YouTube เป็นต้น การเก็บรวบรวมข้อมูลในลักษณะนี้มีข้อดีคือ ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ภาพข่าวหรือบางครั้งคลิปวิดีโอ ณ จุดเกิดเหตุ และยังสามารถเปรียบเทียบข้อมูลจากหลายแหล่งที่มาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการระบุปัจจัยอันตรายที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากเหตุการณ์ในข่าวนั้น ๆ



2. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ทฤษฎีโครงข่าย

การศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟโดยใช้ทฤษฎีโครงข่ายตามที่ได้นำเสนอ โดย Jintao และคณะ [9] โดยวิธีการนี้มีชื่อว่า “Railway operational accident causation network (ROACN)” ซึ่งเป็นวิธีการสร้างความเชื่อมโยงของปัจจัยอันตรายที่จะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ ในเบื้องต้นขั้นตอนการสร้าง ROACN สามารถสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

2.1. ระบุปัจจัยอันตรายพื้นฐานจากรายงานข่าวอุบัติเหตุ

การระบุปัจจัยอันตรายของการเกิดอุบัติเหตุเป็นขั้นตอนแรกในการสร้าง ROACN รายงานข่าวอุบัติเหตุแต่ละข่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยละเอียดเพื่อหารูปแบบการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัยอันตรายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้น

ข้อมูลที่ค้นพบจะถูกนำมาตั้งรหัสและจัดหมวดหมู่ ซึ่งในการศึกษานี้รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุถูกแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 1) ประกอบไปด้วย เกือบชน (A01) รถไฟชนคน (A02) รถไฟชนจักรยาน (A03) รถไฟชนรถจักรยายนต์ (A04) รถไฟชนรถยนต์ (A05) รถไฟชนรถโดยสารสาธารณะ (A06) รถไฟชนรถบรรทุก (A07) และปัจจัยปัจจัยอันตรายถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (ตารางที่ 2) ได้แก่ ปัจจัยอันตรายที่เกิดจากพฤติกรรมของมนุษย์ (H) ปัจจัยอันตรายจากอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐาน (EI) ปัจจัยอันตรายจากสิ่งแวดล้อม (E) และปัจจัยอันตรายจากการจัดการและองค์กร (M) ตัวอย่างรายละเอียดการกำหนดรหัสของรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุและปัจจัย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 รหัสและรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ

รหัสอุบัติเหตุ	รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ
A01	เกือบชน
A02	รถไฟชนคน
A03	รถไฟชนจักรยาน
A04	รถไฟชนรถจักรยายนต์
A05	รถไฟชนรถยนต์
A06	รถไฟชนรถโดยสารสาธารณะ
A07	รถไฟชนรถบรรทุก



ตารางที่ 2 รหัสและปัจจัยอันตรายของการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ (Hazardous factors)

กลุ่มปัจจัยอันตราย	ปัจจัยอันตราย	คำอธิบาย
อันตรายที่เกิดจากพฤติกรรมมนุษย์ (Human-type: H)	H01: ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร	การกระทำที่ไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบที่กำหนดไว้หรือการฝ่าฝืนกฎจราจร เช่น การไม่หยุดชะลอตัวรถไฟก่อนข้ามจุดตัด การขับรถอ้อมเครื่องกั้น จอดรถล้ำเส้นหยุดก่อนถึงเครื่องกั้น โทรศัพท์ระหว่างขับขี่ การดื่มสุรา เป็นต้น
	H02: ไม่คุ้นเคยเส้นทาง	ผู้ขับขี่เป็นคนนอกเขตพื้นที่ ที่ไม่คุ้นชินกับเส้นทางโดยไม่ทราบว่าเป็นเส้นทางไหนจะมีการตัดผ่านของทางรถไฟ
	H03: การถูกรบกวนระหว่างขับขี่	การที่ผู้ขับขี่ถูกรบกวนจากสิ่งเร้า เช่น การเปิดเพลงเสียงดัง การฟังวิทยุ การพูดคุยในรถทำให้ไม่มีสมาธิจดจ่ออยู่กับการขับขี่
	H04: ผู้ขับขี่ไม่สามารถทำการหยุดรถได้ก่อนถึงจุดตัดทางรถไฟ	การที่ผู้ขับขี่ได้ทำการเบรกในระยะกระชั้นชิด แต่ไม่สามารถหยุดได้ในทันที ทำให้เกิดการไถลเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกหรือความเร็ว
	H05: ความสามารถทางด้านร่างกาย	ความสามารถทางด้านร่างกายไม่สมบูรณ์ เช่น การมองเห็น อ่อนเพลีย มีโรคประจำตัว โรคลมชัก ตาบอดสี ตาพร่า หูหนวก หรือหูตึง เป็นต้น
อันตรายจากอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐาน (Equipment and Infrastructure-type: EI)	EI01: อุปกรณ์จุดตัดทางรถไฟชำรุดเสียหาย	อุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟเกิดการบกพร่องชำรุดเสียหาย เช่น คานกั้นเอียง ป้ายจราจรสีซีดจาง และเครื่องหมายบนพื้นทางหลุดลอก เป็นต้น
	EI02: ยานพาหนะขัดข้องไม่สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ	การชำรุดเสียหายของอุปกรณ์รถยนต์ขณะวิ่งผ่านจุดตัดทางรถไฟ เช่น ล้อติดบริเวณจุดตัดทางรถไฟจนทำให้ล้อหลุดหรือชำรุด เบรกเสียทำให้ไม่สามารถเบรกได้ รถยนต์เสียบริเวณจุดตัดทางรถไฟทำให้ไม่สามารถวิ่งต่อไปได้ เป็นต้น
	EI03: อุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟหรือในแนวเส้นทางรถไฟไม่เพียงพอ (ทางลักผ่าน)	ในบริเวณนั้น ๆ มีอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เช่น เครื่องกั้น ป้ายจราจร และสัญญาณไฟกระพริบ เป็นต้น ไม่เพียงพอและไม่เป็นไปตามมาตรฐาน
	EI04: การติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสมบริเวณจุดตัดทางรถไฟ	การติดตั้งอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยที่ไม่เหมาะสมกับจุดตัด เช่น บางจุดตัดควรมีการติดตั้งเครื่องกั้นเนื่องจากเป็นพื้นที่ ที่มีผู้สัญจรไปมาเป็นจำนวนมากแต่มีการติดตั้งเพียงป้ายจราจรเพื่อเตือนผู้ขับขี่เท่านั้น
	EI05: สภาพขบวนรถไฟที่มีความชำรุดเสียหาย	สภาพขบวนรถไฟที่มีความชำรุดเสียหาย เช่น ตู้รถไฟหรือล้อหลุด เป็นต้น
	EI06: สภาพพื้นผิวจราจร	สภาพพื้นผิวจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟเป็นอันตราย เช่น เป็นหลุมเป็นบ่อ
	EI07: ไฟส่องสว่างไม่เพียงพอ	ไม่มีการติดตั้งระบบไฟส่องสว่าง และบางจุดมีการติดตั้งแต่ความส่องสว่างที่ไม่เพียงพอ
	EI08: ลักษณะทางเรขาคณิตของถนน	ลักษณะทางเรขาคณิตของถนนมีความบกพร่อง เช่น ระยะหยุดรถไม่เพียงพอ ความลาดชันที่ไม่เหมาะสม และผิวจราจรบริเวณทางรถไฟที่ไม่ครอบคลุมกับความกว้างของถนน เป็นต้น



ตารางที่ 2 (ต่อ)

กลุ่มปัจจัยอันตราย	ปัจจัยอันตราย	คำอธิบาย
อันตรายจากสิ่งแวดล้อม (Environment-type: E)	E01: สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย	เช่น ฝนตกหนักและน้ำท่วม เป็นต้น
	E02: มีสิ่งกีดขวางการมองเห็น	ต้นไม้ พงหญ้า ป้ายโฆษณา และ สิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ บดบังทัศนวิสัยในการมองเห็น ทำให้รถยนต์ที่กำลังวิ่งข้ามผ่านจุดตัดทางรถไฟไม่สามารถมองเห็นรถไฟที่กำลังวิ่งเข้าใกล้ได้อย่างชัดเจน
อันตรายจากการจัดการและองค์กร (Management and organization-type: M)	M01: การจัดการจุดตัดทางรถไฟและบำรุงรักษาไม่เพียงพอ	ขาดการจัดการและบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่ติดตั้งบริเวณจุดตัดทางรถไฟ พื้นที่บริเวณโดยรอบ รวมถึงขบวนรถไฟ
	M02: การจัดการพื้นที่ข้างทางรถไฟไม่มีประสิทธิภาพ	มีการลักลอบอาศัยอยู่บริเวณข้างทางรถไฟ เช่น มีแหล่งชุมชนอยู่ข้างทางรถไฟทำให้มีการลักลอบสร้างทางลักผ่าน
	M03: การจัดการควบคุมจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟ	การบริหารจัดการจราจรบริเวณจุดตัดทางรถไฟขาดประสิทธิภาพส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการกำหนดรหัสและปัจจัยอันตรายของการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ

วันและเวลา	เหตุการณ์	ปัจจัยอันตรายและรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ
วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2561 เวลา 10.00 น.	ณ จังหวัดสระบุรี เกิดเหตุขบวนรถไฟชนกับรถยนต์ เนื่องจากไม้กั้นทางรถไฟเกิดเหตุขัดข้องไม่สามารถปิดลงมาทันทางรถไฟได้สมบูรณ์ ทำให้ผู้ขับขี่รถยนต์คาดว่าขบวนรถไฟยังไม่มาถึง จึงขับผ่านไปถึงแม้จะมีเสียงเตือน ทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น	- การบำรุงรักษาไม่เพียงพอ (M01) - อุปกรณ์จุดตัดทางรถไฟชำรุดเสียหาย (EI01) - ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร (H01) - รถไฟชนรถยนต์ (A05)
วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2562 เวลา 09.00 น.	ณ จังหวัดสงขลา เกิดเหตุการณ์รถกระบะวิ่งฝ่าสัญญาณไฟ บริเวณจุดตัดทางรถไฟที่เป็นทางหลักผ่าน ทำให้รถกระบะถูกรถไฟชนอย่างรุนแรง	- อุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟไม่เพียงพอ (EI03) - ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร (H01) - รถไฟชนรถยนต์ (A05)

2.2 ระบุความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยอันตรายและอุบัติเหตุ

การระบุความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยอันตรายและอุบัติเหตุ คือ การหาความสัมพันธ์และลำดับของปัจจัยอันตรายที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุในแต่ละรูปแบบ โดยทั่วไปการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟสามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัยที่เป็นลำดับเชื่อมโยงกัน ดังนั้นการเรียงลำดับตามความเชื่อมโยงของเหตุการณ์จะทำให้รู้ถึงรากของปัญหา

และที่มาของการเกิดอุบัติเหตุ นั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น เหตุการณ์ A ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ B เชื่อมโยงไปกับเหตุการณ์ C จึงทำให้เกิดอุบัติเหตุ D การเชื่อมโยงเหล่านี้สามารถเขียนได้ในรูปแบบของคู่อันดับเหตุการณ์ในเชิงคณิตศาสตร์ ดังสมการที่ 1 ดังนั้นจากตัวอย่างในตารางที่ 3 คู่อันดับของเหตุการณ์สามารถอธิบายได้ดังตารางที่ 4

$$\{(A, B), (B, C), (C, D)\}$$

(1)

**ตารางที่ 4** ตัวอย่างการเขียนคู่ลำดับเหตุการณ์การเกิดอุบัติเหตุจากข้อมูลในตารางที่ 3

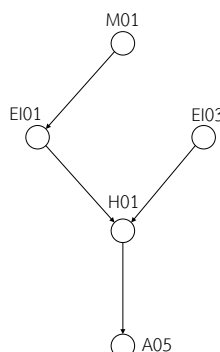
ปัจจัยอันตรายและรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ	คู่อันดับของเหตุการณ์
- การบำรุงรักษาไม่เพียงพอ (M01) - อุปกรณ์จุดตัดทางรถไฟชำรุดเสียหาย (EI01) - ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร (H01) - รถไฟชนรถยนต์ (A05)	{(M01, EI01), (EI01, H01), (H01, A05)}
- อุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟไม่เพียงพอ (EI03) - ไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร (H01) - รถไฟชนรถยนต์ (A05)	{(EI03, H01), (H01, A05)}

2.3 สร้าง ROACN

การเชื่อมโยงกันของปัจจัยอันตรายที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุสามารถเขียนในรูปแบบของเมทริกซ์จตุรัส (ROACN Adjacency Matrix: RAM) ยกตัวอย่างเช่น จากตารางที่ 4 มีตัวแปรทั้งหมด 5 ตัว ได้แก่ M01 EI01 EI03 H01 และ A05 ทำให้ได้เมทริกซ์จตุรัสที่มีขนาด 5x5 และสามารถระบุความเชื่อมโยงที่ได้จากคู่ลำดับเหตุการณ์โดยกำหนดให้ถ้า

	H01	EI01	EI03	M01	A05
H01	0	0	0	0	1
EI01	1	0	0	0	0
EI03	1	0	0	0	0
M01	0	1	0	0	0
A05	0	0	0	0	0

(a)

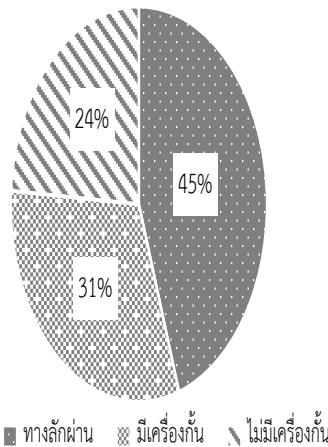


(b)

ภาพที่ 2 เมทริกซ์จตุรัส RAM (a) และโครงข่ายการเกิดอุบัติเหตุ (b) จากตัวอย่างในตารางที่ 3**ผลการวิจัย****1. ประเภทจุดตัดทางรถไฟกับการเกิดอุบัติเหตุ**

จากภาพที่ 3 พบว่าจุดตัดทางรถไฟที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ ทางลักผ่าน คิดเป็นร้อยละ 45 จากประเภทจุดตัดทางรถไฟทั้งหมด ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าทางลักผ่านเป็นจุดตัดที่ไม่ได้รับอนุญาตจากการรถไฟแห่งประเทศไทย ไม่มี

การติดตั้งอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานจึงทำให้เกิดอุบัติเหตุอยู่บ่อยครั้ง รองลงมาคือ จุดตัดทางรถไฟแบบมีเครื่องกั้นและจุดตัดทางรถไฟแบบไม่มีเครื่องกั้น คิดเป็นร้อยละ 31 และ 24 ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เหล่านี้ สอดคล้องกับข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุที่เสนอโดยการรถไฟแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2563 [10]

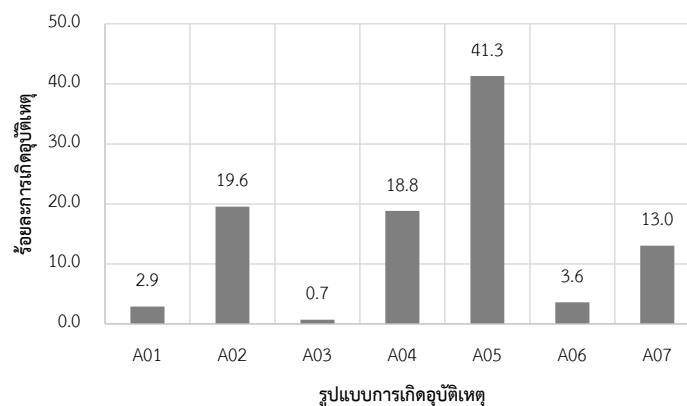


ภาพที่ 3 ประเภทจุดตัดทางรถไฟกับการเกิดอุบัติเหตุ

2. รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ

ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ ณ บริเวณจุดตัดทางรถไฟตามคำนิยามในตารางที่ 1 พบว่า รถไฟชนกับรถยนต์ (A05) เป็นรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 41.3 นี้ก็เพราะว่าคนไทยส่วนใหญ่นิยมเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล ส่งผลให้จำนวนการเกิดอุบัติเหตุรูปแบบนี้สูงตามไปด้วย รองลงมาเป็นอุบัติเหตุ

ที่เกิดจากรถไฟชนกับคนที่เดินข้ามสัญญาณ (A02) รถไฟชนกับรถจักรยานยนต์ (A04) และ รถไฟชนกับรถบรรทุก (A07) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 19.6 18.8 และ 13.0 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดคือ รถไฟชนรถจักรยาน (A03) ซึ่งสมเหตุสมผลเพราะว่าประเทศไทยมีคนใช้จักรยานในการสัญจรค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับยานพาหนะประเภทอื่น ๆ

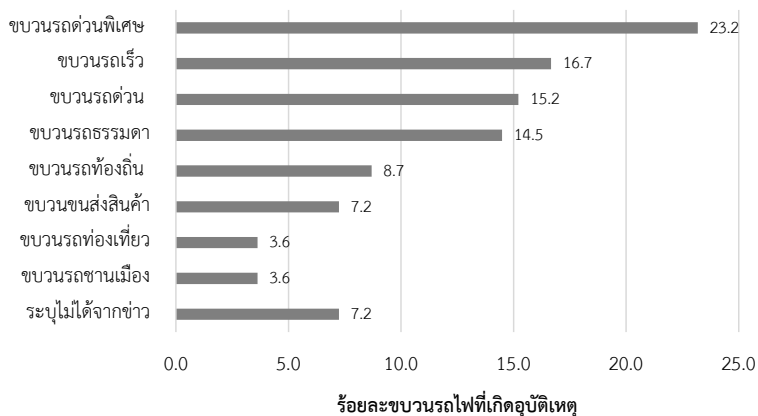


ภาพที่ 4 รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ

3. ประเภทขบวนรถไฟที่เกิดอุบัติเหตุ

ภาพที่ 5 แสดงสถิติประเภทของขบวนรถไฟที่เกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ พบว่าประเภทขบวนรถไฟที่มีการเกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ รถด่วนขบวนพิเศษ คิดเป็นร้อยละ 23.2 นี้ก็เพราะว่าขบวนรถประเภทนี้มีการเดินทางแบบต้นทาง-ปลายทาง มีจุดรับ-ส่งผู้โดยสารระหว่างทางน้อย ทำให้สามารถใช้ความเร็วได้ถึง 100 - 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จึงอาจเป็นเหตุให้เมื่อมีเหตุการณ์ไม่คาดคิด ณ จุดตัดทางรถไฟ พนักงานเดินรถไฟจึงไม่สามารถหยุดขบวนรถไฟได้ทัน จึงเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น รองลงมาเป็นขบวนรถเร็ว ขบวนรถด่วน ขบวนรถธรรมดา ขบวนรถท้องถิ่น ขบวนขนส่งสินค้า ขบวนรถท่องเที่ยว และขบวนรถชานเมือง ซึ่งสามารถคิดเป็นร้อยละ 16.7, 15.2, 14.5, 8.7, 7.2, 3.6 และ 3.6 ตามลำดับ

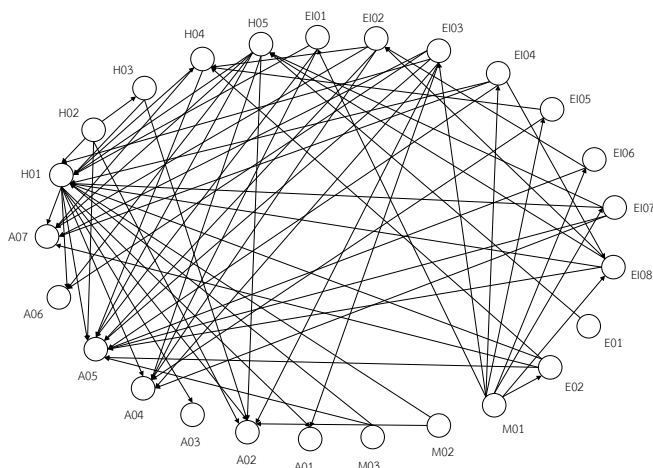


ภาพที่ 5 ประเภทขบวนรถไฟที่เกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ

4. โครงข่ายปัจจัยอันตรายการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ

ภาพที่ 6 แสดงโครงข่ายปัจจัยอันตรายที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ เบื้องต้นพบว่าทุกปัจจัยอันตรายที่กำหนดในตารางที่ 2 สามารถเชื่อมโยงไปสู่อุบัติเหตุแต่ละรูปแบบได้ ยกตัวอย่างเช่น การจัดการพื้นที่ข้างทางรถไฟที่ไม่มีประสิทธิภาพ (M02) สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุรถไฟชนคนเดินเท้า (A02) ได้โดยตรง และปัจจัย M02 ยังมีอิทธิพลต่อการไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร (H01) ซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปสู่การเกิดอุบัติเหตุรูปแบบอื่น ๆ ได้ ในภาพรวมรูปแบบอุบัติเหตุ A05 (รถไฟชนกับรถยนต์) เป็นรูปแบบอุบัติเหตุที่

สามารถเกิดขึ้นได้จากหลากหลายเส้นทางการเชื่อมโยงของปัจจัยอันตราย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในภาพที่ 4 ที่พบว่า A05 เป็นรูปแบบการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด นอกจากนี้ในโครงข่ายปัจจัยอันตราย M01 (การบริหารจัดการจุดตัดทางรถไฟและการบำรุงรักษาขาดประสิทธิภาพ) ดูเหมือนว่าจะเป็นแหล่งกำเนิดของหลายเส้นทางการเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ ซึ่งจากภาพจะเห็นว่า M01 เป็นจุดที่มีความเชื่อมโยงไปสู่ปัจจัยอันตราย EI (อันตรายจากอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐาน) เป็นจำนวนมากและส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในหลากหลายรูปแบบ



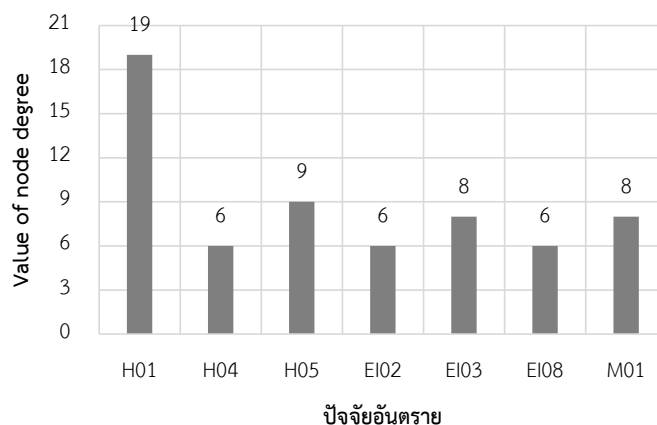
ภาพที่ 6 โครงข่ายปัจจัยอันตรายที่จะนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟ



5. การวิเคราะห์ค่าการเชื่อมต่อ

ค่าการเชื่อมต่อ (value of node degree) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยอันตรายต่อการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งค่านี้สามารถหาได้จากการนับจำนวนการเชื่อมต่อที่มาถึงของปัจจัยอันตรายนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่น ปัจจัยอันตราย EI08 มีการเชื่อมต่อทั้งหมด 6 เส้นทาง ดังนั้นค่าการเชื่อมต่อของปัจจัยนี้เท่ากับ 6 นั่นเอง ภาพที่ 7 แสดงปัจจัยอันตรายที่มีค่าการเชื่อมต่อมากกว่าค่าเฉลี่ยเชื่อมต่อเฉลี่ยของทุกปัจจัย (5.5) พบว่าปัจจัยอันตราย H01

(การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร) มีค่าการเชื่อมต่อมากที่สุด คือ 19 รองลงมาคือ H05 (ความสามารถทางด้านร่างกายไม่สมบูรณ์) EI03 (การติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟไม่เพียงพอ) และ M01 (การบริหารจัดการจุดตัดทางรถไฟและการบำรุงรักษาขบวนรถประสิทธิภาพ) ซึ่งมีค่าการเชื่อมต่อ คือ 9, 8 และ 8 ตามลำดับ ดังนั้นถ้าจะลดปัญหาอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟอย่างยั่งยืนปัจจัยอันตรายเหล่านี้ควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับต้น ๆ



ภาพที่ 7 ปัจจัยอันตรายที่มีค่าการเชื่อมต่อ (node degree) สูงกว่าค่าเฉลี่ย

6. การวิเคราะห์ระยะทางระหว่างปัจจัยอันตรายไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 5 แสดงระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุด (average shortest path) จากกลุ่มปัจจัยอันตรายไปสู่การเกิดอุบัติเหตุแต่ละรูปแบบ โดยกำหนดให้ระยะการเชื่อมต่อระหว่างปัจจัยอันตรายไปสู่ปัจจัยอันตราย หรือระหว่างปัจจัยอันตรายไปสู่รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุมีค่าเท่ากับ 1 ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มปัจจัยอันตราย H (อันตรายที่เกิดจากพฤติกรรมของมนุษย์) ดูเหมือนว่าจะมีระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุดไปสู่การเกิดอุบัติเหตุในภาพรวมโดยมีระยะทางอยู่ที่ 1.51 รองลงมาคือ กลุ่ม M และ กลุ่ม EI ซึ่งมีค่าระยะทางอยู่ที่ 1.95 และ 1.96 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในรายละเอียดไปที่รูปแบบอุบัติเหตุที่เกิดบ่อยที่สุดซึ่งคือ A05 (รถไฟชนรถยนต์) จะเห็นว่ากลุ่มปัจจัยอันตราย EI (อันตรายจากอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐาน) เป็นกลุ่มที่น่ากังวลเนื่องจากมีระยะทางเฉลี่ยไปสู่อุบัติเหตุที่สั้นที่สุด คือ 1.13

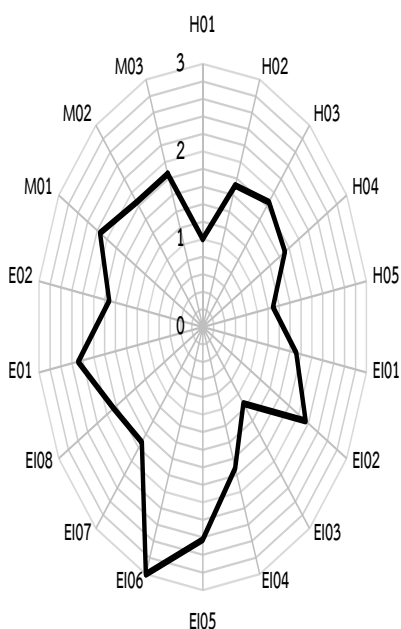
ดังนั้นหากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องการที่จะลดอุบัติเหตุรถไฟชนรถยนต์ ปัจจัยอันตรายจากอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐานควรได้รับการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนี้หากพิจารณาเชิงลึกถึงระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุด จากปัจจัยอันตรายแต่ละตัวไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ ดังแสดงในภาพที่ 8 จะพบว่าปัจจัยอันตราย H01 การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรจะเป็นตัวแปรที่สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุได้โดยตรง (ระยะทางเฉลี่ยเท่ากับ 1) รองลงมา คือ EI03 (การติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟไม่เพียงพอ) และ H05 (ความสามารถทางด้านร่างกายไม่สมบูรณ์) ซึ่งมีค่าระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุดไปสู่การเกิดอุบัติเหตุคือ 1.14 และ 1.29 นี้แสดงให้เห็นว่าในการขับขบวนรถไฟผ่านจุดตัดทางรถไฟ ถ้าขณะนั้นมีปัจจัยอันตรายเหล่านี้เกิดขึ้น โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุก็จะมีความเสี่ยงตามไปด้วย ดังนั้นปัจจัยอันตรายเหล่านี้ควรถูกพิจารณาแก้ไขจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อลดปัญหาอุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟอย่างยั่งยืน



ตารางที่ 5 ระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุด (average shortest path) จากกลุ่มปัจจัยอันตรายไปสู่การเกิดอุบัติเหตุแต่ละรูปแบบ

กลุ่มปัจจัยอันตราย	รหัสอุบัติเหตุ							
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	All
H	1.80	1.20	1.80	1.60	1.20	1.60	1.40	1.51
EI	2.38	2.38	2.50	1.38	1.13	2.38	1.63	1.96
E	2.50	2.00	2.50	2.00	1.50	2.00	1.50	2.00
M	2.00	1.67	2.33	2.00	1.67	2.00	2.00	1.95



ภาพที่ 8 ระยะทางที่สั้นที่สุดเฉลี่ย (average shortest path) จากปัจจัยอันตรายไปสู่การเกิดอุบัติเหตุในภาพรวม

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้เสนอวิธีการวิเคราะห์อุบัติเหตุ ณ จุดตัดทางรถไฟโดยใช้ทฤษฎีโครงข่าย เพื่อหาปัจจัยอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อ การเกิดอุบัติเหตุ การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะทำให้สามารถหาความเชื่อมโยงของปัจจัยอันตรายต่าง ๆ รวมถึงรู้ต้นตอของปัญหาที่ควรทำการแก้ไขเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุ ณ บริเวณจุดตัดทางรถไฟ การศึกษาใช้ข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบริเวณจุดตัดทางรถไฟของประเทศไทย จากการรวบรวมข่าวทั้งหมด จำนวน 138 ข่าว 11 ปีย้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2563 โดยผลการศึกษพบว่าจุดตัดทาง

รถไฟที่เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ ทางหลักผ่าน รูปแบบการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด คือ รถไฟชนกับรถยนต์ และประเภทขบวนรถไฟที่มีสถิติการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดเป็นอันดับหนึ่ง คือ ขบวนรถด่วนพิเศษ เหล่านี้เป็นการค้นพบปัญหาหลักที่ควรได้รับการพิจารณาแก้ไข ในส่วนของผลการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีโครงข่ายสามารถสรุปได้ว่า ทุกปัจจัยอันตรายสามารถเชื่อมโยงไปสู่การเกิดอุบัติเหตุได้อย่างไรก็ตามเส้นทางไปสู่การเกิดอุบัติเหตุจะใกล้หรือไกลก็ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอื่น ๆ ที่อยู่ในเส้นทาง ปัจจัยอันตรายที่อยู่ใกล้ที่สุดกับการเกิดอุบัติเหตุ คือ การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจร



รองลงมาเป็นเรื่องของการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยบริเวณจุดตัดทางรถไฟที่ไม่เหมาะสม และอันดับที่สามเกี่ยวกับความสามารถทางด้านร่างกายของผู้ขับขี่ที่ไม่สมบูรณ์ เช่น อ่อนเพลีย มีโรคประจำตัว ตาบอดสี หรือหูตึง เป็นต้น ทั้งหมดนี้ควรได้รับการแก้ไขอย่างจริงจัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัจจัยอันตรายที่เกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัย เนื่องจากส่วนใหญ่มีความเชื่อมโยงมาจากปัจจัยอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการจุดตัดทางรถไฟ และการบำรุงรักษาที่ยังขาดประสิทธิภาพ จึงนำไปสู่การเกิดขึ้นของกลุ่มปัจจัยอันตรายที่เกี่ยวกับอุปกรณ์และประเภทโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเป็นกลุ่มปัจจัยอันตรายที่มีระยะทางเชื่อมต่อนันที่สุุดที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุรถไฟชนรถยนต์นั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.). ผลการดำเนินการแก้ไขปัญหาจุดตัดรถไฟกับถนน. [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [เข้าถึงเมื่อ 10 กรกฎาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.mot.go.th>
2. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม (สนข.). โครงการศึกษาจัดทำแผนแก้ไขอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟกับถนนสำหรับรถไฟทางไกล. [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 6 กรกฎาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.mot.go.th>
3. Hu SR, Li CS, Lee CK. Investigation of key factors for accident severity at railroad grade crossings by using a logit model. *Saf Sci* 2010;48(2):186-94.
4. อาชิรญาณ์ ภัทรธนะวัฒน์, รัตนพงษ์ ชังชัย, วชิระ วิจิตรพงษ์, อรรถวิทย์ อุบโยคิน. การตรวจสอบความปลอดภัยของจุดตัดทางรถไฟที่ควบคุมด้วยป้ายจราจร: เส้นทางที่ศึกษาสถานีป่าเส้าถึงสถานีสารภี. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ The 5th Atrans Symposium and The 4th Atrans Student Chapter Session - การขนส่งเพื่อชีวิตที่ดีกว่ากับการเตรียมตัวเข้าสู่การรวมประชาคมอาเซียน ในหัวข้อ Transportation for A Better Life: Preparing for Asean Integration วันที่ 24 สิงหาคม 2555. กรุงเทพฯ; 2555. หน้า 127-134.
5. ดลฤทธิ เสฏฐสุวจะ, ประเมศวร์ เหลือเทพ. การประเมินความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุบริเวณจุดตัดทางรถไฟกรณีศึกษาสถานีรถไฟคลองแะ-ควนเนียง จังหวัดสงขลา. *Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci* 2561; 19(1):99-110.
6. Jeremy D, Nadja I, Angela W. Motorist behaviour at railway level crossings: an exploratory study of train driver experience. In: proceedings of Australasian Road Safety Research Policing Education Conference 2005, November 14-16, 2005; Wellington, New Zealand; 2005. p. 127-132.
7. Sirkku L. Comparison of fatal motor vehicle accidents at passive and active railway level crossings in Finland. *IATSS Res* 2016;40(1):1-6.
8. ยุทธนา โนนศรีชัย, อาทิตยา นิมนองค์, โชคชัย ปัตถามา, ธนกร วัฒนสมบัติกุล. แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดตัดทางรถไฟ กรณี ศึกษาจุดตัดทางรถไฟ จังหวัดปราจีนบุรี. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 19 วันที่ 14-16 พฤษภาคม 2557. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น; 2557. หน้า 2483-2495.
9. Jintao L, Felix S, Wei Z, Jiebei Z. Understanding railway operational accidents using network theory. *Reliab Eng Syst* 2019;189:218-31.
10. กรมการขนส่งทางราง. โครงการศึกษาเพื่อลดอุบัติเหตุจุดตัดทางถนนและทางรถไฟ. [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 5 กรกฎาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://drtcrossing.com>