การประเมินปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยโดยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี
Evaluation Work Zone Accident MRT Risk Factors by Index Condition Model

ฐิติวัฒน์ ตรีวงศ์[1,*] จำรูญ หฤทัยพันธ์[2] ปภาวี แสงสุข[3] ธนาคาร ทับทิมเหล้า[4] และศรัณย์ ศรีสุพล[5]

[1,2,3,4,5] *ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จ.กรุงเทพมหานคร*

**Corresponding author; E-mail address: titiwat.t@cit.kmutnb.ac.th*

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงในการก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากการทำงานในการก่อสร้างรถไฟฟ้ามีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูง อีกทั้งมีหลายหน่วยงานเกี่ยวข้องจึงยากแก่การป้องกันและส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมบริเวณเขตการก่อสร้างที่ตามมา การศึกษารูปแบบการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยอย่างมีระบบ ผ่านกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มวิศวกรโครงการ กลุ่มวิศวกรภาคสนาม กลุ่มเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย และกลุ่มหัวหน้าช่าง เพื่อนำมาสร้างรูปแบบการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลสภาพการณ์ปัจจุบันมาช่วยในการตัดสินใจประเมินความเสี่ยงบริเวณพื้นก่อสร้างในอนาคต ผลจากการประเมินความเสี่ยงบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยด้วยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี พบว่า มีปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ 4 ปัจจัยหลักที่จะส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย ได้แก่ ปัจจัยเสี่ยงด้านบุคคล ปัจจัยเสี่ยงด้านลักษณะงาน ปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำงาน และปัจจัยเสี่ยงด้านการปฏิบัติงาน รูปแบบในการประเมินความเสี่ยงบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโดยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนีจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้งานและสามารถปรับใช้กับข้อมูลปัจจุบันได้

คำสำคัญ: ปัจจัยเสี่ยง, อุบัติเหตุบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง, รูปแบบสภาพการณ์ดัชนี, รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

Abstract

The risk assessment of the construction of the Mass Rapid Transit Authority of Thailand (MRT) is seen as essential, accompanies by working in the construction of the Mass Rapid Transit may cause a high number of accidents. However, there are many parties involved, so it is difficult to prevent construction accidents, leading to the social and environmental impacts in the work zone areas. This research was thus conducted to study accident risk factors related to the construction of the Mass Rapid Transit of Thailand. The identification of accident risk factors was carried out using four sample groups – project engineers, site engineers, safety officers and foremen. To create a decision-making model of the risk assessment, work zone accidents reports provide decision of risk assessment related MRT work zone constructions in the future. The result of the risk assessment in work zone areas of the Mass Rapid Transit Authority of Thailand using the Index Condition Model (MIC), the MIC shows that four risk factors involved work zones accidents are the most important - human factors, task factors, working environment factors and operation factors. Implementation of this overall risk assessment by the index condition model can be updated the present data.

Keywords: Risk Factors, Work Zone Accident, Index Condition Model (MIC), Mass Rapid Transit Authority of Thailand

1. คำนำ

กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นพื้นที่ประสบปัญหาสภาพการจราจรที่แออัดและรถติดขัดเป็นอันดับที่ 32 ของโลกและติดอันดับ 2 ของทวีปเอเชีย โดยในปี 2565 รถติดเพิ่มขึ้น 34% [1] ถนนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีจำนวนจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ทำให้มีปริมาณรถยนต์มากกว่าพื้นที่ถนนที่มีอยู่ การดำเนินการโครงการระบบขนส่งมวลชนเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้บรรเทาปัญหาจราจรได้ ผู้ใช้รถยนต์เปลี่ยนพฤติกรรมมาใช้ระบบขนส่งมวลชนมากขึ้นนอกจากปัจจัยหลักที่เห็นประจักษ์ชัดที่ทำให้เกิดปัญหารถติดหนักในกรุงเทพมหานครโดยภาพรวมแล้วมาจากปริมาณรถบนท้องถนนเพิ่มมากขึ้น พบว่าปัญหาจากโครงการก่อสร้างการสร้างรถไฟฟ้าและอุโมงค์ในพื้นที่ที่มีการก่อสร้างยิ่งส่งผลให้เกิดปัญหารถติดหนักมากขึ้น [2]

รถไฟฟ้าขนส่งมวลชนเป็นระบบขนส่งผู้โดยสารสาธารณะแบบรางประเภทหนึ่ง ที่รัฐบาลมีแผนการลงทุนต่อเนื่องเพื่อแก้ไขปัญหาจราจรหนาแน่นในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเดินทางนอกเหนือจากการบริการขนส่งมวลชนพื้นฐานอื่น เช่น รถโดยสารประจำทาง รถโดยสารประจำทางด่วนพิเศษ รถไฟชานเมือง - ในเมือง และเรือโดยสารที่บริการในแม่น้ำ- ลำคลอง เป็นต้น การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย (รฟม.) จึงเกิดขึ้น สำหรับรูปแบบการเดินทางหลัก กรณีมีโครงการครบถ้วนตามแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คาดว่าในปี พ.ศ. 2572 การเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล (ร้อยละ 57.6) ยังคงมีสัดส่วนที่สูงกว่าการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ (ร้อยละ 42.4) โดยสัดส่วนการเดินทางด้วยการใช้รถยนต์นั่งส่วนบุคคล คิดเป็นร้อยละ 41.1 รถจักรยานยนต์ คิดเป็นร้อยละ 12.4 และรถแท็กซี่ คิดเป็นร้อยละ 4.1 ทั้งนี้สำหรับสัดส่วนการเดินทางด้วยระบบรถไฟฟ้า MRT จะมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.7 ในปี พ.ศ. 2551 เป็นร้อยละ 20.7 ในปี พ.ศ. 2572

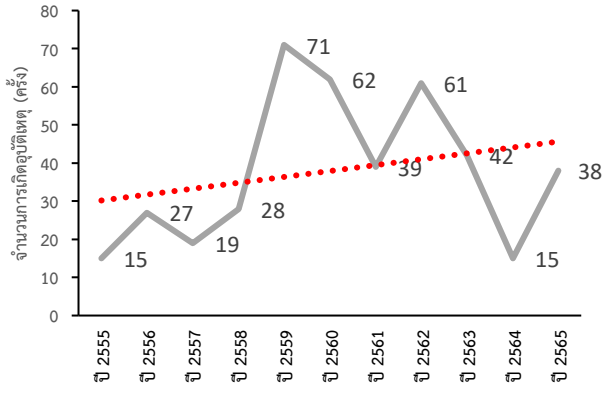
โดยรูปแบบการเดินทางหลัก กรณีมีโครงการครบถ้วน ตามแผนแม่บทฯ ใน พ.ศ. 2572 [3] โดยในปัจจุบันการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยมีโครงการรถไฟฟ้าทั้งที่เปิดดำเนินการแล้วและที่กำลังก่อสร้างรวมถึงศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการดำเนินงานในโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย

โครงการรถไฟฟ้าในความรับผิดชอบ รฟม.		สถานะ
สายฉลองรัชธรรม (สายสีม่วง)	ช่วงบางใหญ่ - บางซื่อ	เปิดใช้งานปี 2564
	ช่วงบางใหญ่ - ราษฎร์บูรณะ	กำลังก่อสร้าง
	ช่วงบางซื่อ - ราษฎร์บูรณะ	กำลังก่อสร้าง
สายเฉลิมรัชมงคล (สายสีน้ำเงิน)	ช่วงหัวลำโพง – บางซื่อ	เปิดใช้งานปี 2547
	ช่วงบางซื่อ – ท่าพระ	เปิดใช้งานปี 2563
	ช่วงหัวลำโพง – บางแค	เปิดใช้งานปี 2563
	ช่วงบางแค - พุทธมณฑลสาย 4 (ต่อขยาย)	ศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง
สายสีเขียว	ช่วงหมอชิต – สะพานใหม่ - คูคต (เหนือ)	เปิดใช้งานปี 2563
	ช่วงแบริ่ง-สมุทรปราการ	เปิดใช้งานปี 2561
	ช่วงคูคต – ลำลูกกา	กำลังก่อสร้าง
	ช่วงสมุทรปราการ – บางปู	ศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง
สายสีชมพู	ช่วงแคราย – มีนบุรี	กำลังก่อสร้าง
	ช่วงสถานีศรีรัช – เมืองทองธานี	กำลังก่อสร้าง
สายสีเหลือง	ช่วงลาดพร้าว – สำโรง	กำลังก่อสร้าง
	ช่วงรัชดา – ลาดพร้าวถึงรัชโยธิน (ต่อขยาย)	ศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง
สายสีส้ม	ช่วงศูนย์วัฒนธรรม - มีนบุรี (ตะวันออก)	กำลังก่อสร้าง
	ช่วงบางขุนนนท์ - ศูนย์วัฒนธรรม (ตะวันตก)	อยู่ระหว่างการประมูล
สายสีน้ำตาล	ช่วงแคราย - ลำสาลี (บึงกุ่ม)	ศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้าง

ที่มา : [3]

โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้านับเป็นหนึ่งในโครงการก่อสร้างด้านสาธารณูปโภคพื้นฐานที่รัฐบาลมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง กิจกรรมเสี่ยงในงานก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งในโครงการก่อสร้างที่เป็นสาเหตุของอันตรายที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บและเสียชีวิต [4]



รูปที่ 1 อุบัติเหตุ-อุบัติการณ์โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้ามหานครปี 2555-2565

จากรูปที่ 1 จำนวนอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2565 ทั้ง 6 สาย ได้แก่ โครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง โครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน โครงการรถไฟฟ้าสายสีเขียว โครงการรถไฟฟ้าสายชมพู โครงการรถไฟฟ้าสายเหลือง และโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม [5] พบว่าจำนวนอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ยังคงมีแนวโน้มไม่ลดลง เนื่องจากมีการก่อสร้างรถไฟฟ้าในเขตเมืองเพิ่มขึ้นและเขตพื้นที่ก่อสร้างส่วนใหญ่อยู่ในเขตชุมชน จึงมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ตามมา ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ในเขตก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยด้วยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี

1.1 ทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุและแนวทางในการป้องกันของงานก่อสร้าง กรณีศึกษาโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม (ตลิ่งชัน – มีนบุรี) ผลการวิเคราะห์ พบว่า สาเหตุและลักษณะของอุบัติเหตุ มีด้วยกันอยู่ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ปัจจัยด้านคนอยู่ในอันดับที่1 ปัจจัยด้านเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์เป็นอันดับที่ 2 และอันดับที่ 3 ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม [6] ซึ่งอุบัติเหตุทำให้เกิดความสูญเสีย เช่น การเสียชีวิต บาดเจ็บ ค่ารักษาพยาบาลค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสิ่งของที่ได้รับความเสียหาย ค่าใช้จ่ายในการแก้ไขงาน รวมทั้งชื่อเสียงของหน่วยงาน [7]

การก่อสร้างรถไฟฟ้าเป็นพื้นที่เปิดจึงทำให้การก่อสร้างดำเนินไปด้วยความยากลำบากเนื่องจากประชาชนในบริเวณพื้นที่ในเขตก่อสร้างยังใช้ชีวิตตามปกติและมีรถสัญจรเกือบปกติ จึงส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งทาง รฟม.ได้มีนโยบายและแผนปฏิบัติงานความปลอดภัยที่ชัดเจนในโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้า แต่อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากความประมาทของผู้ปฏิบัติงานหรืออุปกรณ์ที่เกิดการขัดข้อง และอาจจะมีปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุอื่นร่วมที่เป็นสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการประเมินปัจจัยเสี่ยงในพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าจึงนำเสนอรูปแบบในการประเมินความเสี่ยงบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโดยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี เพื่อเป็นแนวทางในการลดอุบัติเหตุบริเวณพื้นที่ก่อสร้างและความสูญเสียในอนาคต

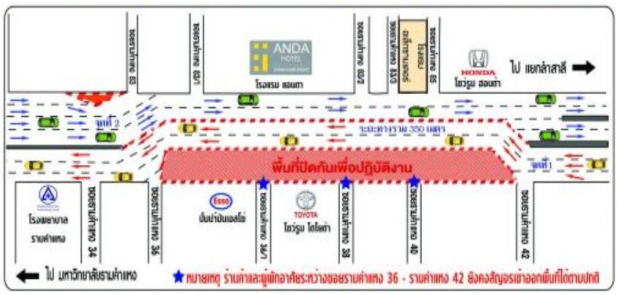
1.1.1 พื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้า

ผู้วิจัยพบว่ามีน้อยมากที่ได้ศึกษาถึงผลกระทบจากการก่อสร้างบนทางหลวงทั้งในเมืองและชนบท รวมถึงผลกระทบจากการก่อสร้างรถไฟในเขตเมืองโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ก่อสร้าง(Metro rail construction work zone) ดังรูปที่ 2-3 พื้นที่ก่อสร้างรถไฟระยะยาวบนถนนในเมืองนำไปสู่ปัญหามากมาย เช่น เพิ่มความล่าช้าของเวลาในการเดินทาง ความยาวของคิว ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง และสุดท้ายอุบัติเหตุบนท้องถนนซึ่งนำไปสู่ความสูญเสียทางเศรษฐกิจที่ไม่อาจนับได้ [8]

โครงสร้างงานโยธาในการก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย โดยทั่วไปแล้วมีสองลักษณะได้แก่ โครงสร้างใต้ดิน และโครงสร้างยกระดับ ซึ่งลักษณะโครงสร้างใต้ดินเป็นการก่อสร้างแนวเส้นทางที่เป็นโครงสร้างใต้ดิน มีลักษณะเป็นการขุดเจาะอุโมงค์คู่ขนานกัน หากในพื้นที่บางแห่งที่ฐานรากของสะพานข้ามคลองหรือข้ามถนนที่มีอยู่ไปกีดขวางการขุดเจาะอุโมงค์ หรือมีพื้นที่จำกัดสำหรับงานขุดเจาะอุโมงค์ ลักษณะการก่อสร้างแนวเส้นทางในพื้นที่ดังกล่าว อาจเป็นการขุดเจาะอุโมงค์คู่ซ้อนกัน หรือก่อสร้างเป็นโครงสร้างรูปกล่อง (Cut & Cover Structure) ส่วนโครงสร้างยกระดับเป็นเป็นสะพานยกระดับสำหรับวางรางรถไฟฟ้าและมีเสารองรับสะพานยกระดับทุกระยะ 30-40 เมตร โดยส่วนของตัว

สะพานเป็นโครงสร้างที่ใช้วิธีการก่อสร้างแบบชิ้นส่วนหล่อสำเร็จรูปในโรงงาน แล้วนำมาประกอบติดตั้งในพื้นที่ก่อสร้าง เพื่อให้งานก่อสร้างสามารถดำเนินการได้รวดเร็ว [9]

รูปที่ 2 พื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย [10]



รูปที่ 3 แผนผังการปิดจราจรบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้า [11]

1.1.2 การระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยง

ในการระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยงโครงการก่อสร้างทั่วไป การระบุความเสี่ยงเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยประมาณความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อโครงการรวมถึงการจัดทำเอกสารเพื่อระบุลักษณะของความเสี่ยงว่าโครงการนั้นมีความเสี่ยงอะไรบ้าง ส่วนการวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นการจัดลำดับความเสี่ยง เพื่อวิเคราะห์และประเมินโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงรวมทั้งผลกระทบที่จะตามมา ฉะนั้นการระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยงในแต่ละงานวิจัยหรือการใช้งานจริงมีความคลาดเคลื่อนกันตามบริบทของงาน ดังนั้น การไม่สนใจหรือลดความสำคัญของแหล่งที่มาของความเสี่ยงนั้นนับว่าเป็นข้อบกพร่องที่จะส่งผลกระทบต่อโครงการอย่างมาก [12-13]

1.1.3 ปัจจัยเสี่ยงในเขตพื้นที่การก่อสร้างรถไฟฟ้า

ความเสี่ยงที่เหตุการณ์ที่ไม่แน่นอนและไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่เราสามารถจัดการได้โดยเฉพาะที่จะส่งผลกระทบกับโครงการขนาดใหญ่ [14] งานวิจัยก่อนหน้านี้มีความพยายามศึกษาการหาปัจจัยเสี่ยงของระบบโครงสร้างพื้นฐาน Ghosh and Jintanapakanont [15] ได้ศึกษาการระบุปัจจัยเสี่ยง 59 ปัจจัยในระบบโครงสร้างพื้นฐานรางรถไฟในประเทศไทย ในการศึกษานี้พบว่าความเสี่ยงด้านการเงินและเศษฐศาสตร์ ความเสี่ยงด้านสัญญาและกฎหมาย ความเสี่ยงด้านผู้รับเหมาย่อยมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมีนัยสำคัญจัดเป็นความเสี่ยงวิกฤตซึ่งต้องระมัดระวังเป็นอย่างมาก

การศึกษาปัจจัยเสี่ยงและความปลอดภัยในการก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินก่อนหน้านี้มีเป้าหมายไปที่การระบุความเสี่ยง (Risk identification) การหาความเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental risk) อุบัติเหตุที่เป็นสาเหตุของความเสี่ยง (Accidents resulting from the risk factor) หรือการหากลไกเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบสนอง (Risk response) ความเสี่ยงที่เกิดขึ้น เช่น การประกันภัย และสุดท้ายความเสี่ยงที่จะสูญเสีย (Risk loss) [16] จากที่กล่าวมา Gao [16] ได้แบ่งปัจจัยหลัก 5 ปัจจัย ได้แก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ องค์กร การจัดการ และวัสดุก่อสร้าง จากงานวิจัย [16] มองว่าปัจจัยเสี่ยงในงานก่อสร้างรถไฟฟ้าใต้ดินยังกว้างไปจึงควรมีการจัดแบ่งกลุ่มปัจจัยเสี่ยงในงานรถไฟฟ้าใต้ดินลงไปอีกระดับ ได้แก่ ปัจจัยด้านมนุษย์ ปัจจัยด้านคุณสมบัติการทำงาน ปัจจัยด้านคุณภาพ ปัจจัยด้านพฤติกรรมความปลอดภัย ปัจจัยด้านคณะทำงาน ปัจจัยด้านการจัดการ ปัจจัยด้านการนำไปใช้งาน ปัจจัยด้านการฝึกอบรม ปัจจัยด้านการตรวจสอบความปลอดภัย ปัจจัยด้านวิธีการด้านความปลอดภัย ปัจจัยด้านการออกแบบองค์กรความปลอดภัย ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยด้านสภาพธรณีวิทยา ปัจจัยด้านการจัดการหน้างาน ปัจจัยด้านสิ่งปลูกสร้างที่ใกล้เคียงพื้นที่ก่อสร้าง ปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา ปัจจัยด้านงานวางท่อ ปัจจัยด้านเทคนิคและปัจจัยด้านการแก้ปัญหาและนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ ดังนั้น การศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในเขตพื้นที่ก่อสร้างยังมีน้อยมากโดยเฉพาะในประเทศไทย การศึกษาจึงควรให้ความสำคัญไม่น้อยกว่าปัจจัยเสี่ยงในการก่อสร้างรถไฟและรถไฟฟ้าดังที่กล่าวมา

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเริ่มด้วยการทบทวนงานวิจัยที่ประกอบด้วยปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบในเขตพื้นที่ก่อสร้างโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าและจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยนำปัจจัยความเสี่ยงที่ได้จากทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ทั้งหมด 4 ปัจจัยหลัก ดังตารางที่ 2 นำมาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์และนำแบบสัมภาษณ์ไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการก่อสร้างรถไฟฟ้ามากกว่า 10 ปี จำนวน 5 ท่านซึ่งประกอบด้วย วิศวกรโครงการ 1 คน วิศวกรภาคสนาม 1 คน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย 2 คน และหัวหน้าช่าง 1 คน โดยใช้การคำนวณหาค่าดัชนี IOC (Item Objective Congruence) ที่เกณฑ์ค่าดัชนีของข้อคำถามมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ซึ่งมีข้อคำถามที่มีค่าดัชนี IOC ผ่านเกณฑ์จำนวน 18 ปัจจัยเสี่ยงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุหลักในงานรถไฟฟ้า

แหล่งที่มา	สาเหตุในการเกิดอุบัติเหตุ			
	ความบกพร่องของเครื่องมือ	ความผิดปกติของระบบไฟฟ้า	สภาพแวดล้อมในการทำงาน	ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานและเครื่องมือ
รถไฟฟ้าสายสีม่วง	√	-	-	√
รถไฟฟ้าสายสีน้ำเงิน	√	√	-	√
รถไฟฟ้าสายสีเขียว	√	-	-	√
รถไฟฟ้าสายสีเหลือง	√	√	-	-
รถไฟฟ้าสายสีชมพู	√	√	√	-
รถไฟฟ้าสายสีส้ม	√	-	√	-
ฐิติวัฒน์ และคณะ, 2563	-	√	√	√
Zhang, et al., 2022	√	√	√	√

ตารางที่ 3 ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอุบัติการณ์ในเขตก่อสร้าง รฟม.

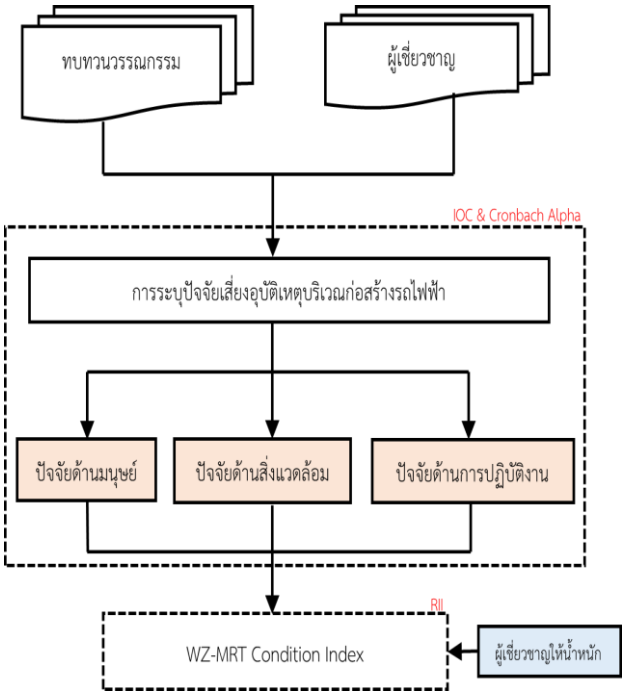
ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	IOC	สรุผล
1	การแต่งกาย	1.00	ใช้ได้
2	การใส่รองเท้าแตะขณะทำงานทำให้เกิดการลื่นล้ม	1.00	ใช้ได้
3	การทิ้งตะปูเรี่ยราดทำให้คนอื่นเหยียบโดนตะปู	1.00	ใช้ได้
4	การเจ็บป่วยแต่ยังฝืนมาทำงาน	1.00	ใช้ได้
5	พลัดตกจากที่สูง	1.00	ใช้ได้
6	วัสดุตกใส่	1.00	ใช้ได้
7	การพังของโครงสร้าง	1.00	ใช้ได้
8	การใช้เครื่องทุ่นแรงและเครื่องกล	1.00	ใช้ได้
9	ทำงานในที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอหรือมากเกิน	1.00	ใช้ได้
10	มีฝุ่นละออง	1.00	ใช้ได้
11	มีเสียงรบกวนตลอดเวลา	1.00	ใช้ได้
12	ทำงานในที่อับอากาศ	1.00	ใช้ได้
13	การสั่นสะเทือนของเครื่องทุ่นแรงและเครื่องกล	1.00	ใช้ได้
14	โครงสร้างหรือดินทรุดตัว	1.00	ใช้ได้
15	อันตรายจากปั่นจั่น	1.00	ใช้ได้
16	อันตรายจากไฟฟ้า	1.00	ใช้ได้
17	อันตรายจากการใช้นั่งร้าน	1.00	ใช้ได้
18	วัสดุพังทลาย	1.00	ใช้ได้

หลังจากนั้นนำมาหาค่าความน่าเชื่อถือ โดยการคำนวณหาค่า Cronbach's Alpha งานวิจัยนี้สถิติพื้นฐานเชิงพรรณนาได้ถูกนำมาใช้เพื่อให้เหมาะสมและให้ง่ายต่อผู้ใช้งานในการวิเคราะห์สถิติ ผู้เชี่ยวชาญสามารถประเมินความเสี่ยงโดยให้คะแนนความสำคัญผ่าน Relative Importance Index ดังสมการที่ 1 ทั้งในส่วนของความถี่ของปัญหาที่เกิดและความรุนแรงที่จะได้รับ ข้อมูลจะถูกนำเสนอในรูปแบบเปอร์เซ็นต์และการจัดลำดับความสำคัญเพื่อให้ง่ายต่อการตีความต่อไป

$$RII = \frac{\sum_{i=1}^{5} W_i X_i}{AN} \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อ W_i หมายถึงเกณฑ์การวัดระดับ มีค่าตั้งแต่ 1 – 5
X_i หมายถึงจำนวนของการตอบในแต่ละเกณฑ์
A หมายถึงเกณฑ์การวัดที่สูงสุด คือ 5
N หมายถึงจำนวนแบบสอบถามทั้งหมด

จากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยผ่านรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี (Work Zone MRT Condition Index: WZ-MRT CI) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในโครงการรถไฟฟ้าทั้งหกสายจำนวน 5 คน เป็นผู้ประเมินความเสี่ยงผ่านดัชนีความสำคัญสัมพันธ์ (Relative Importance Index: RII) ดังรูปที่ 4 รูปแบบในการประเมินความเสี่ยงบริเวณพื้นที่ก่อสร้างโดยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี ผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบกระบวนการตัดสินใจสำหรับผู้ตัดสินใจจากบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าที่เป็นสาเหตุของความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด



รูปที่ 4 รูปแบบการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยโดยรูปแบบสภาพการณ์ดัชนี

3. ผลการวิจัย

ก่อนที่จะทำการเก็บข้อมูลจริง ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามโดยได้ทำการแจกแบบสอบถามจำนวน 5 ชุด ให้กับผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยนำมาทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบสอบถามด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ พบว่าการหาค่าสัมประสิทธิ์ของแอลฟาหรือค่าความน่าเชื่อมั่น ผลการทดสอบได้ค่าสัมประสิทธิ์ของแอลฟาที่ 0.97 ซึ่งมากกว่า 0.70 แสดงว่าชุดแบบสอบถามนี้มีความน่าเชื่อถือสูง

จากนั้นนำชุดแบบสอบถามกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเป้าหมายให้น้ำหนักเพื่อให้สะท้อนสภาพของปัจจัยผ่านดัชนีความสำคัญสัมพันธ์ ผลการวิเคราะห์ลำดับปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยโดยรวมจากการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ดังตารางที่ 4 ปัจจัยเสี่ยงหลักอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานมาอันดับหนึ่ง ปัจจัยเสี่ยงหลักอุบัติเหตุที่เกิดจากลักษณะงานเป็นอันดับที่สอง ปัจจัยเสี่ยงหลักอุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานเป็นอันดับที่สาม ส่วนปัจจัยเสี่ยงหลักที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้างเป็นอันดับสุดท้าย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยเสี่ยงหลักโดยรวม

ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	RII	ผลการจัดลำดับ
1	อุบัติเหตุที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้าง	82%	4
2	อุบัติเหตุที่เกิดจากลักษณะงาน	89%	2
3	อุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน	84%	3
4	อุบัติเหตุเนื่องจากการทำงาน	91%	1

ผลการวิเคราะห์ลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้างในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยจากการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ดังตารางที่ 5 ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้างด้านการแต่งกายและการเจ็บป่วยแต่ยังฝืนมาทำงานจัดเป็นความเสี่ยงอันดับหนึ่ง ส่วนปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากความประมาทกรณีทิ้งตะปูทำให้คนอื่นได้รับบาดเจ็บถือเป็นอันดับสุดท้าย

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้าง

ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	RII	ผลการจัดลำดับ
1	การแต่งกาย	88%	1
2	การใส่รองเท้าแตะขณะทำงานทำให้เกิดการลื่นล้ม	80%	2
3	การทิ้งตะปูเรี่ยราดทำให้คนอื่นเหยียบโดนตะปู	72%	3
4	การเจ็บป่วยแต่ยังฝืนมาทำงาน	88%	1

ผลการวิเคราะห์ลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากลักษณะงานในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยจากการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ดังตารางที่ 6 ปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากลักษณะงานทั้งกรณีวัสดุตกใส่และการใช้เครื่องทุนแรงและเครื่องกลจัดเป็นความเสี่ยงอันดับสูงสุด ส่วนปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากลักษณะงานที่พลัดตกจากที่สูงนับเป็นอันดับสุดท้าย

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากลักษณะงาน

ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	RII	ผลการจัดลำดับ
1	พลัดตกจากที่สูง	84%	3
2	วัสดุตกใส่	92%	1
3	การพังของโครงสร้าง	88%	2
4	การใช้เครื่องทุ่นแรงและเครื่องกล	92%	1

ผลการวิเคราะห์ลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยจากการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ดังตารางที่ 7 ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานกรณีทำงานในที่อับอากาศถือเป็นความเสี่ยงสูงสุด และปัจจัยเสี่ยงที่มีเสียงรบกวนตลอดเวลาจัดเป็นความเสี่ยงน้อยที่สุด

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงาน

ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	RII	ผลการจัดลำดับ
1	ทำงานในที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอหรือมากเกิน	84%	3
2	มีฝุ่นละออง	80%	4
3	มีเสียงรบกวนตลอดเวลา	76%	5
4	ทำงานในที่อับอากาศ	92%	1
5	การสั่นสะเทือนของเครื่องทุ่นแรงและเครื่องกล	88%	2

ผลการวิเคราะห์ลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยจากการให้น้ำหนักของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ดังตารางที่ 8 ปัจจัยเสี่ยงเนื่องจากการทำงานที่เกิดจากการใช้นั่งร้านนับเป็นความเสี่ยงสูงที่สุด และปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานจากไฟฟ้าจัดเป็นความเสี่ยงที่น้อยที่สุด

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์การจัดลำดับปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงาน

ลำดับ	ปัจจัยเสี่ยง	RII	ผลการจัดลำดับ
1	โครงสร้างหรือดินทรุดตัว	92%	2
2	อันตรายจากปั่นจั่น	88%	4
3	อันตรายจากไฟฟ้า	84%	5
4	อันตรายจากการใช้นั่งร้าน	96%	1
5	วัสดุพังทลาย	92%	2

4. สรุป

จากการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยผ่านรูปแบบการประเมินปัจจัยเสี่ยง (WZ-MRT CI) ที่ได้นำเสนอจากงานวิจัยนี้ ทำให้ทราบเบื้องต้นว่าปัจจัยเสี่ยงหลักที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยมีสี่ปัจจัยหลัก โดยปัจจัยเสี่ยงอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานจัดเป็นความเสี่ยงสูงที่สุด โดยสอดคล้องกับงานวิจัย [17] เนื่องจากคน สภาพแวดล้อม เครื่องจักร วัสดุ และการจัดการที่หน้างานในงานก่อสร้างรถไฟฟ้ามีความซับซ้อน และมีหลายภาคส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ลักษณะการทำงานควบคุมได้ยาก

ปัจจัยเสี่ยงย่อยที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในเขตพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญให้เหตุผลว่า ปัจจัยเสี่ยงก่อให้เกิดอุบัติเหตุที่เกิดจากความประมาทของคนงานก่อสร้างเรื่องการแต่งกายและการเจ็บป่วยแต่ยังฝืนมาทำงานมีความเสี่ยงที่พอกันมาเป็นอันดับต้น เนื่องจากคนงานมักไม่ให้ความสำคัญกับคุณภาพชีวิตตนเอง เพราะต้องการหาเงินในการดำรงชีวิตและครอบครัวมากกว่าซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [17] เรื่องการรับรู้ด้านความปลอดภัยที่หน้างานก่อสร้างมีน้อยมาก ถัดไปปัจจัยเสี่ยงย่อยที่เกิดจากลักษณะงาน การใช้เครื่องทุนแรงเครื่องจักรกลและวัสดุตกใส่ระหว่างการทำงานจัดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุอันดับหนึ่ง เนื่องจากโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าไม่ค่อยให้ความสำคัญกับลักษณะงานที่ซับซ้อนที่มีความเกี่ยวข้องมากมายในพื้นที่หน้างานก่อสร้างจึงส่งผลให้เกิดอุบัติการณ์หรืออุบัติเหตุที่ไม่คาดคิดได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ [17] โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าควรให้ความสำคัญในการตระหนักและรับรู้เรื่องนี้

ปัจจัยเสี่ยงย่อยที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานดูจะคล้ายกับปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจากลักษณะงาน แต่ในความเป็นจริงที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความเห็นว่าอุบัติเหตุจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานนี้เกิดจากการจัดการที่ไม่ดีพอ เช่น การทำงานในที่อับอากาศ เนื่องจากปัจจัยข้อนี้ กองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณะสุข ได้มีมาตรการและกฎเกณฑ์ในการทำงานอย่างชัดเจนแล้วว่าต้องจัดทำป้ายการตรวจสอบก๊าซพิษ การตรวจปริมาณก๊าซออกซิเจนต้องให้อยู่ระหว่าง 19.5-23.5% ต้องมีผู้ควบคุมดูแลอยู่ประจำปและต้องจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล [18] แต่พบว่าบางครั้งในขณะปฏิบัติงานจริงผู้ควบคุมไม่ได้ให้ความสำคัญกับกฎหรือข้อบังคับนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ [17] ที่ว่ามุมมองด้านการจัดการที่ดีในงานก่อสร้างรถไฟฟ้าจำเป็นอย่างมากควรมีมาตรการและตารางการจัดการอย่างชัดเจนเพื่อผู้ปฏิบัติงาน

ได้รับความปลอดภัยอย่างที่สุด สุดท้ายปัจจัยเสี่ยงย่อยที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการทำงานจากการใช้นั่งร้านเป็นอันดับหนึ่งนำหน้าปัจจัยโครงสร้างหรือดินทรุดตัวและวัสดุพังทลาย เนื่องจากปัจจัยโครงสร้างหรือดินทรุดตัวและวัสดุพังทลายผู้เชี่ยวชาญค่อนข้างให้น้ำหนักไปทางการจัดการสภาพธรณีวิทยามากกว่า แต่กลับมาอยู่ในอันดับสองของหมวดนี้ เพราะในงานก่อสร้างรถไฟฟ้ามีลักษณะงานโครงสร้างหรือดินทรุดตัวและวัสดุพังทลายเข้าไปเกี่ยวข้องอยู่มากนั้นเอง ในจุดนี้ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรมีการกลั่นกรองหรือหาข้อมูลเพิ่มเพื่อคัดกรองปัจจัยตัวนี้ให้มากกว่านี้สำหรับงานวิจัยในอนาคต แต่สุดท้ายการใช้นั่งร้านในงานก่อสร้างรถไฟฟ้าเป็นสาเหตุที่สำคัญจะไปสอดคล้องกับงานวิจัยของ [17] ที่ว่าในพื้นที่ก่อสร้างที่หน้างานควรมีกฎระเบียบที่ชัดเจนและนำมาใช้จริง ซึ่งคนงานจะต้องรับรู้และตระหนักถึงอุบัติเหตุที่ตามมาเป็นสำคัญ

ท้ายที่สุดนี้วิธีการสำรวจเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในพื้นที่ก่อสร้างรถไฟฟ้าควรจะได้รับการพัฒนาและการเก็บหรือรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายผู้เกี่ยวข้องและหลากหลายโครงการเพื่อให้มีข้อมูลเชิงสถิติที่ลึกกว่านี้ที่จะนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุอุบัติเหตุของโครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าในประเทศไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

5. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอรูปแบบการประเมินความเสี่ยงอย่างง่ายเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงและเข้าใจปัจจัยเสี่ยงที่แฝงอยู่ในการทำงานจริง ซึ่งเน้นเป็นรูปแบบเชิงคุณภาพเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังขาดการกลั่นกรองวิธีการเชิงตัวเลข ดังนั้นในอนาคตงานวิจัยประเภทนี้ควรได้รับการปรับและนำไปใช้ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงตัวเลขที่สะท้อนความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ต้องขอขอบคุณการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยและเจ้าหน้าที่ทุกคนในครั้งนี้ที่กรุณาตอบแบบสอบถามและให้เข้าสัมภาษณ์มาโดยตลอด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] เปิด 10 อันดับเมืองที่รถติดที่สุดในโลก ปี 2565 สาหัสสุด 156 ชั่วโมง. (29 มกราคม 2565). [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.thansettakij.com/news/general-news/554568.

[2] สำนักยุทธ์ศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร. (2561). แผนพัฒนากรุงเทพมหานคร ระยะ 20 ปี ระยะ 2 (พ.ศ. 2561 – 2580) ฉบับปรับปรุง. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://officialadmin.bangkok.go.th/upload/file_tcqXHcotAB_145748.pdf.

[3] การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย. (2564). รายงานประจำปี 2564. [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.mrta.co.th.

[4] ฐิติวัฒน์ ตรีวงศ์, อดิสรณ์ พงษ์สุวรรณ และ ธิดารัตน์ ลือดารา (2563). การจัดตั้งกิจกรรมเสี่ยงที่ส่งผลต่อการจราจรระหว่างการก่อสร้างรถไฟฟ้า. *วิศกรรมสารเกษมบัณฑิต*, ปีที่ 10, ฉบับที่ 2, หน้า 38-53.

[5] แผนกบริหารงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน ผู้ให้สัมภาษณ์ ปภาวี แสงสุข เป็นผู้สัมภาษณ์ ที่สำนักงานความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย เมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2565.

[6] ปุณพจน์ อักษร และ อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ (2563). การศึกษาสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุและแนวทางในการป้องกันของงานก่อสร้าง : กรณีศึกษาโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม (ตลิ่งชัน - มีนบุรี). *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25*, ชลบุรี, 15-17 กรกฎาคม 2563, หน้า CEM401-CEM407.

[7] สุนันท์ มนต์แก้ว. (2549). *การตรวจสอบความปลอดภัยของสถานที่ก่อสร้าง*. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ประเทศไทย.

[8] Bhutania, R., Rama, S. and Ravinderb, K. (2016). Impact of metro rail construction work zone on traffic environment. *Transportation Research Procedia*, 17, pp. 586 – 595.

[9] รายละเอียดโครงการ โครงสร้างงานโยธาโครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม. (29 มกราคม 2565). [ออนไลน์]. ได้จาก: https://mrta-orangelineeast.com/th/structure.

[10] ความก้าวหน้าการก่อสร้างโครงการรถไฟฟ้าสายสีเหลือง ช่วงลาดพร้าว-สำโรง ประจำเดือนพฤศจิกายน 2564. (8 ธันวาคม 2564). [ออนไลน์]. ได้จาก: https://mrta-yellowline.com/wp/2021/.

[11] โครงการรถไฟฟ้าสายสีส้ม (ตะวันออก) ช่วงศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย-มีนบุรี. (7 มีนาคม 2561). [ออนไลน์]. ได้จาก: https://www.js100.com/en/site/post_share/view/52667.

[12] วันทอง มังหน่อเมฆ (2560). การระบุและวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการก่อสร้างท่าอากาศยานในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว กรณีศึกษา: โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานหนองค้าง. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา)*, ปีที่ 17, ฉบับที่ 4, หน้า 36-48.

[13] Kifokeris D. and Xenidis Y. (2019). Analysis of impartial implementation in practice of risk identification in technical projects. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering*, 5(3): 04019010.

[14] Sinesilassie, E. G., Tabish, S. Z. S. and Jha. K. N. (2018). Critical factors affecting cost performance: A case of Ethiopian public construction projects. *International Journal of Construction Management,* 18 (2), pp.108–119.

[15] Ghosh, S., and Jintanapakanont, J. 2004. Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International Journal of Project Management*, 22 (8), pp. 633–643.

[16] Li, X., Liao, F., Wang, C. and Alashwal, A. (2022). Managing safety hazards in metro subway projects under complex environmental conditions. *ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering,* 8(1): 04021079.

[17] Zhang, S., Loosemore, M., Sunindijo, R. Y., Galvin, S., Wu, J. and Zhang, S. (2022). Assessing safety risk management performance in Chinese subway construction projects: a multistakeholder perspective. *Journal of Management in Engineering*, 38(4): 05022009.

[18] แสงโสม ศิริพานิช กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณะสุข. (2564). พื้นที่อับอากาศภัยร้ายที่ไม่คาดคิด ปีที่ 6 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2562: [ออนไลน์]. ได้จาก: https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1021520200605040433.pdf.