

ตำแหน่งติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในอาคารที่เหมาะสม

เพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงจากอัคคีภัย

The Appropriate Location for Installation of Electric Vehicle Charging Stations in Buildings to Prevent and Reduce Fire Risks

วันทนี มิงมา* วีรวุฒิ กนกบรรณกร ปานจิต ดำรงกุลกำจร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Wantanee Mingma* Weerawoot Kanokbannakor Parnjit Damrongkulkamjorn

Faculty of Engineering, Kasetsart University, 50 Ngam Wong Wan Road, Lat Yao Subdistrict,

Chatuchak District, Bangkok 10900

*Corresponding author Email: wantanee.mi@ku.th

Received: October 21, 2025; Revised: October 29, 2025 ; Accepted: November 28, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในอาคาร โดยรวบรวมและเปรียบเทียบข้อกำหนดตามกฎหมายไทยและมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง 10 ฉบับ เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็นข้อกำหนดด้านความปลอดภัย สำหรับผู้บริหารอาคาร เจ้าหน้าที่ดูแลอาคาร ผู้ใช้อาคาร โดยจัดทำรายการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักพิจารณาค่าน้ำหนัก (w) และคะแนน (s) จากการตรวจสอบพื้นที่จริง เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความเหมาะสมรวม (α) เพื่อเลือกตำแหน่งติดตั้งสถานีชาร์จครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ โครงสร้าง ระบบระบายอากาศ การป้องกันและระงับอัคคีภัย ระบบไฟฟ้า บ้ายเตือน และมาตรการควบคุมความเสี่ยง รายการตรวจสอบใช้ประเมินพื้นที่ก่อนการติดตั้งเพื่อคัดเลือกตำแหน่งที่เหมาะสม และใช้ตรวจสอบพื้นที่หลังการติดตั้งเพื่อให้สอดคล้องตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยได้ประยุกต์ใช้กับอาคารสูง 9 ชั้นที่มีพื้นที่จอดรถแบบเปิดซึ่งยังไม่มีสถานีชาร์จ

คำสำคัญ: สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย

ABSTRACT

This study examines the selection of suitable locations for electric-vehicle (EV) charging stations in buildings. Ten Thai and international standards were reviewed and synthesized into safety requirements for building administrators, facility managers, and building users. The study was conducted in the form of a safety checklist and evaluation criteria developed using the Weighted Average Method, which considers weighting factors (w) and scores (s) from the actual site inspection. The level of suitability (α) is calculated to support decision-making for selecting appropriate and safe locations for EV charging station installation, covering six aspects: structure, ventilation, fire protection, electrical safety, signage, and risk control. The checklist is designed to evaluate suitability of sites before

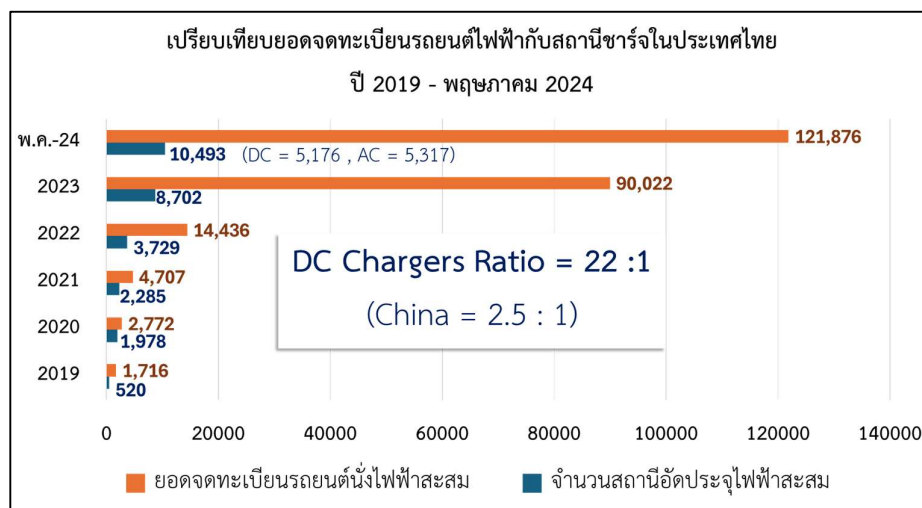
installation and to verify safety compliance after installation. The approach was applied to a nine-story office building with an open parking area that has not yet installed EV charging stations.

Keyword: Electric vehicle charging stations, Fire safety.

1. บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก ตั้งแต่ปี 2553 มียอดจดทะเบียนสะสมถึงเดือนตุลาคม 2566 จำนวน 77,741 คัน เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้าถึงร้อยละ 253 [1] จากแนวโน้มดังกล่าวรัฐบาลจึงได้ประกาศนโยบาย 30@30 [2] มีเป้าหมายลดการใช้รถยนต์ที่ปล่อยมลพิษอย่างน้อยร้อยละ 30 ของการผลิตภายในปี พ.ศ. 2573 ซึ่งสอดคล้องกับการพัฒนา

สังคมคาร์บอนต่ำ อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของรถยนต์ไฟฟ้ายังเผชิญข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะสัดส่วนสถานีชาร์จต่อจำนวนรถยนต์ไฟฟ้าที่ยังต่ำกว่ามาตรฐานสากล โดยประเทศไทยมีอัตราเพียง 1 สถานีชาร์จต่อรถยนต์ไฟฟ้า 22 คัน ขณะที่ประเทศจีนอยู่ที่ 1 ต่อ 2.5 คัน [3] ส่งผลให้มีความต้องการติดตั้งสถานีชาร์จเพิ่มเติมภายในอาคารสำนักงานและพื้นที่จำกัดในเมืองตามที่แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเปรียบเทียบยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฟฟ้ากับสถานีชาร์จ [3]

ข้อมูลจาก EV Firesafe รายงานว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 มีเหตุการณ์เพลิงไหม้แบตเตอรี่ของรถยนต์ไฟฟ้าที่ได้รับการยืนยันทั่วโลกจำนวน 511 เหตุการณ์ โดยแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่ขยายตัวต่อเนื่อง เหตุเพลิงไหม้ส่วนใหญ่มีความรุนแรงและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่กู้ภัย โดยอย่างน้อย 80 เหตุการณ์เกิดขณะชาร์จไฟ และ

117 เหตุการณ์เกิดในพื้นที่ปิดหรือโรงจอดรถใต้ดิน ซึ่งมีข้อจำกัดด้านการระบายอากาศและเสี่ยงต่อการสะสมความร้อนและควันไฟ ส่งผลให้เกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็วและกระทบต่อการอพยพของผู้ใช้อาคาร [4]

ในประเทศไทย ยังไม่พบการเปิดเผยสถิติอย่างเป็นทางการที่แยกเฉพาะกรณีอุบัติเหตุของรถยนต์ไฟฟ้าออกจากสถิติอุบัติเหตุทางถนนทั้งหมด อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก

รถยนต์ไฟฟ้ายังมีสัดส่วนไม่สูงเมื่อเทียบกับจำนวนรถยนต์รวมทั้งประเทศ จึงคาดว่าจำนวนอุบัติเหตุจากรถยนต์ไฟฟ้ายังอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้ จากค่าเฉลี่ยของรองผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร ระบุว่าเหตุเพลิงไหม้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทยยังมีไม่มากเมื่อเทียบกับรถประเภทอื่น แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนรถที่เพิ่มขึ้น โดยเหตุการณ์ดังกล่าวมักมีความรุนแรงกว่าและต้องใช้เทคนิคการดับเพลิงเฉพาะทาง รวมถึงใช้น้ำในปริมาณมากกว่าปกติ [5] ตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2561–2568 เช่น เหตุเพลิงไหม้ขณะชาร์จบริเวณหน้าห้างสรรพสินค้าในเขตเทศบาลนครอุดรธานี พ.ศ. 2566 คาดว่าเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรในระบบรถยนต์ [6] เหตุเพลิงไหม้ภายในบ้านพักย่านบางกอกน้อย กรุงเทพฯ เมื่อต้นปี พ.ศ. 2568 ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการชาร์จไฟ และเหตุเพลิงไหม้ตู้ชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าหน้าร้านค้าในจังหวัดขอนแก่นเดือนตุลาคมปีเดียวกันโดยสาเหตุคาดว่าเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรในตู้ชาร์จ [7] เหตุการณ์เหล่านี้สะท้อนถึงความเสี่ยงด้านความปลอดภัยจากการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะในพื้นที่อาคารหรือบริเวณที่มีข้อจำกัดด้านการระบายอากาศ ซึ่งต้องให้ความสำคัญต่อการป้องกันและระงับอัคคีภัย รวมถึงการจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการยกระดับมาตรการด้านความปลอดภัยในการติดตั้งสถานีชาร์จในอาคาร ซึ่งมีข้อจำกัดด้านโครงสร้าง ระบบระบายอากาศ การป้องกันและระงับอัคคีภัย ทั้งนี้มาตรฐานความปลอดภัยของประเทศไทยในปัจจุบันยังมุ่งเน้นใช้กับสถานีชาร์จนอกอาคาร หรือในพื้นที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นหลัก ในขณะที่กรณีของบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด และอาคารสำนักงาน มักให้ความสำคัญเฉพาะการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานเท่านั้น

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งสถานีชาร์จภายในอาคาร ทั้งในส่วนของกฎหมายไทยและมาตรฐานสากล เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นข้อกำหนดในรูปแบบตารางรายการ

ตรวจสอบด้านความปลอดภัยที่ใช้ประเมินได้จริงกับบริบทของอาคารในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นด้านโครงสร้าง ระบบระบายอากาศ การป้องกันและระงับอัคคีภัย การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ป้ายและสัญลักษณ์ รวมถึงมาตรการควบคุมความเสี่ยงเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนาแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

ทั้งนี้ ได้นำตารางรายการตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นไปประเมินพื้นที่จอดรถของอาคารสำนักงานสูง 9 ชั้น ซึ่งเป็นพื้นที่จอดแบบเปิดและยังไม่มีติดตั้งสถานีชาร์จ โดยมุ่งคัดเลือกตำแหน่งที่มีความปลอดภัยด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัย โดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ผลการศึกษาที่ได้สนับสนุนการตัดสินใจของสำหรับผู้บริหารอาคาร เจ้าหน้าที่ดูแลอาคาร และผู้เกี่ยวข้องในการเลือกตำแหน่งติดตั้งสถานีชาร์จภายในอาคารอย่างเหมาะสม

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษามาตรฐานและข้อกำหนดด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รวบรวมและวิเคราะห์มาตรฐานในประเทศไทยและมาตรฐานสากลด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าภายในอาคาร จำนวนทั้งสิ้น 10 ฉบับ ดังนี้

(1) NFPA 88A (2023) สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ (National Fire Protection Association: NFPA) ประเทศสหรัฐอเมริกา [8]

(2) NFPA 70 (2023) สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติ (National Fire Protection Association: NFPA) ประเทศสหรัฐอเมริกา [9]

(3) IBC (2021) มาตรฐานการออกแบบและก่อสร้างอาคาร (International Building Code) ประเทศสหรัฐอเมริกา [10]

(4) IEC 60364-7-722 (2018) มาตรฐานระบบการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับจุดชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ [11]

(5) IEC 61851-21-2 (2018) มาตรฐานความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้าและความปลอดภัยของระบบชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า (International Electrotechnical Commission) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ [12]

(6) NFPA 13 (2022) มาตรฐานระบบสปริงเกอร์ป้องกันอัคคีภัย (National Fire Protection Association: NFPA) ประเทศสหรัฐอเมริกา [13]

(7) มรพ. 701-2564 มาตรฐานความปลอดภัยสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าภายในสถานประกอบการน้ำมันเชื้อเพลิง [14]

(8) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับบริเวณที่จ่ายไฟยานยนต์ไฟฟ้า เพื่อการอัดประจุไฟฟ้า สำหรับประเภทบ้านอยู่อาศัย อาคารชุด อาคารสำนักงานและลักษณะที่คล้ายกัน ของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค พ.ศ.2563 [15]

(9) การไฟฟ้านครหลวงตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อและติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า 2560 [16]

(10) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อสถานีอัดประจุไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า พ.ศ.2563 [17]

2.2 รวบรวม วิเคราะห์ และจัดทำรายการตรวจสอบด้านความปลอดภัยตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

จากการรวบรวมและเปรียบเทียบเนื้อหาของมาตรฐานดังกล่าว จำนวน 10 ฉบับ พบว่ามีประเด็นสำคัญที่สอดคล้องกัน ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 6 ประเด็นหลัก ได้แก่

1. โครงสร้างสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าภายในอาคาร
2. ระบบระบายอากาศ
3. การป้องกันและระงับอัคคีภัย
4. การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า
5. ป้ายเตือนและสัญลักษณ์ความปลอดภัย
6. มาตรการควบคุมความเสี่ยง

จากนั้นได้นำทั้ง 6 ประเด็นดังกล่าวมาจัดทำเป็นรายการตรวจสอบด้านความปลอดภัย โดยอ้างอิง

กฎหมายและมาตรฐานของประเทศไทยเป็นหลัก พร้อมใช้มาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องเป็นข้อมูลสนับสนุนครอบคลุมทั้ง 6 ด้าน เกี่ยวข้องกับการติดตั้งสถานีชาร์จภายในอาคาร และเป็นฉบับปัจจุบันที่ประยุกต์ใช้ได้จริงในบริบทของประเทศไทย แนวทางนี้ช่วยให้การสังเคราะห์มาตรการด้านความปลอดภัยมีความครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวปฏิบัติ โดยแบบฟอร์มรายการตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นแสดงในตารางที่ 1 สำหรับประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ก่อนและหลังการติดตั้งสถานีชาร์จ ตารางดังกล่าวถูกนำมาประเมินโดยใช้สมการคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) เพื่อหาค่าความเหมาะสม (α) ซึ่งเป็นเทคนิคที่แตกต่างจากการคำนวณค่าเฉลี่ยทั่วไปที่ให้น้ำหนักข้อมูลทุกค่ามีความสำคัญเท่ากัน สมการนี้เหมาะสำหรับกรณีนี้ที่ปัจจัยแต่ละข้อมีความสำคัญแตกต่างกัน [18]

การกำหนดค่าน้ำหนัก (w) ได้มาจากการพิจารณา ร่วมกันของคณะกรรมการความปลอดภัยประจำบริษัทและฝ่ายวิศวกรรมอาคาร ซึ่งประกอบด้วยวิศวกรโยธา ไฟฟ้า และเครื่องกล เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินตามแบบฟอร์มรายการตรวจสอบที่แสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำค่าน้ำหนักดังกล่าวไปคูณกับคะแนนการประเมิน (s) ที่กำหนดตามตารางที่ 2 โดยเกณฑ์การให้คะแนน (s) ถูกกำหนดในช่วง 0, 1 และ 2 คะแนน เพื่อสะท้อนระดับความเหมาะสมของแต่ละรายการ ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นคำนวณหาค่าความเหมาะสม (α) ด้วยสมการ (1) ดังนี้

$$\text{ค่าความเหมาะสม } (\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i s_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} \quad (1)$$

โดย

w_i หมายถึง น้ำหนักของรายการที่สามารถให้คะแนนได้

s_i หมายถึง คะแนนที่ได้จริงจากการตรวจสอบ

n หมายถึง จำนวนรายการข้อกำหนดที่ได้รับการประเมิน

ตารางที่ 1 แบบฟอร์มรายการตรวจสอบ

รายการตรวจสอบ	น้ำหนัก (w)	คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (w × s)
1. ด้านโครงสร้าง			
1.1 ประเภทอาคารจอดรถ - แบบเปิดสูงมากกว่า 25 เมตร ระยะห่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 60 เมตร และ มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติเพียงพอ - แบบปิดต้องมีระบายอากาศกล มีสปริงเกลอร์และอุปกรณ์ตรวจจับควัน	5		
1.2 โครงสร้างรับน้ำหนักได้มากกว่าหรือเท่ากับ 490 กก./ตร.ม. ห้ามเจาะคานหรือพื้น โดยไม่มีการเสริม	4		
1.3 ตำแหน่งและความสูงอุปกรณ์ชาร์จมีระยะ 0.75–1.20 เมตร ไม่น้อยกว่า 0.45 เมตร และไม่กีดขวางทางหนีไฟ	5		
1.4 พื้นที่ทำงานทางไฟฟ้าต้องมีความลึกคุณความกว้างคุณความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 0.91, 0.76 และ 2.0 เมตร ตามลำดับและประตูต้องเปิดได้มากกว่าหรือเท่ากับ 90 องศาโดยไม่มีสิ่งกีดขวาง	5		
1.5 ป้องกันความเสียหาย ด้วยเสา กันชนและที่หยุดล้อ	5		
1.6 เว้นระยะจากถังน้ำมันหรือเชื้อเพลิงมากกว่าหรือเท่ากับ 6 เมตร	5		
2. ด้านระบบระบายอากาศ			
2.1 พื้นที่จอดรถแบบปิดต้องมีระบบระบายอากาศกลไม่น้อยกว่า 300 ลิตรต่อนาทีต่อ ตารางเมตรและติดตั้งพัดลมโดยเฉพาะ ส่วนพื้นที่จอดแบบเปิดต้องระบายอากาศแบบ ธรรมชาติอย่างเพียงพอ	4		
2.2 หากเครื่องชาร์จต้องการระบายอากาศ ต้องมีระบบรองรับและติดตั้งป้าย “Ventilation Required”	4		
2.3 พื้นที่จอดรถแบบปิดต้องใช้ระบบแรงดันบวก พัดลมดูดอากาศและช่องจ่ายอากาศ ออกแบบโดยวิศวกรและพื้นที่จอดรถแบบเปิดต้องมีการระบายอากาศธรรมชาติอย่าง เพียงพอ	4		
2.4 หากอุปกรณ์ชาร์จ ปลั๊กไฮโดรเจน ต้องติดตั้งระบบระบายอากาศในพื้นที่จอดรถ แบบปิดและพื้นที่จอดรถแบบเปิดต้องมีการระบายอากาศธรรมชาติอย่างเพียงพอ	4		
2.5 สภาพแวดล้อมการติดตั้งมีอากาศถ่ายเทดี หลีกเลี่ยงใกล้วัตถุไวไฟหรือพื้นที่ร้อน	5		
3. ด้านระบบป้องกันอัคคีภัย			
3.1 ระบบหัวกระจายน้ำอัตโนมัติ ต้องมีสปริงเกลอร์จ่ายน้ำมากกว่าหรือเท่ากับ 0.2 GPM/SF ครอบคลุม 1,500 ตารางฟุต หากไม่มีฉนวนต้องขยายอีก 15 ฟุต และต้อง ตรวจสอบบำรุงรักษาพื้นที่	5		

ตารางที่ 1 แบบฟอร์มรายการตรวจสอบ (ต่อ)

รายการตรวจสอบ	น้ำหนัก (w)	คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (wx s)
3.2 การป้องกันการลุกลามของไฟ ช่องเปิดอาคารมากกว่าหรือเท่ากับ 4 ชั้น ใช้ผนังทนไฟมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ชม ถ้าน้อยกว่า 4 ชั้น ใช้ผนังทนไฟมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ชม ยกเว้นพื้นที่ทางลาด และมีสปริงเกลอร์หรือระบบตรวจจับอัคคีภัย	5		
3.3 ระบบสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ในพื้นที่จอดรถแบบปิดที่ใช้ร่วมกับสำนักงานต้องติดตั้งระบบแจ้งเหตุแบบอัตโนมัติตรวจจับและเชื่อมต่อบริษัทควบคุมอาคาร	5		
3.4 การเดินสายในผนังหรือฝ้าทึบไฟต้องใช้วัสดุกันไฟลาม	5		
3.5 เครื่องดับเพลิงแบบมือถือต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 6.8 กิโลกรัม ชนิดผงเคมีแห้ง หรือคาร์บอนไดออกไซด์ติดตั้งตามจำนวนชั้นต่ำ 2 เครื่อง ต่อ 1-4 เครื่องชาร์จพร้อมใช้งานและตรวจสอบทุก 6 เดือน	5		
4. ด้านการป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า			
4.1 วงจรไฟฟ้าที่จ่ายไฟให้อุปกรณ์จ่ายเครื่องชาร์จไฟฟ้าต้องแยกเฉพาะโดยติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร (Breaker) และมีอุปกรณ์ตัดไฟอัตโนมัติเข้าถึงง่าย	5		
4.2 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ตัดไฟรั่วทุกสาย โดยอนุญาตให้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับแบบกระแสตรงมากกว่าหรือเท่ากับ 6 มิลลิแอมแปร์ (mA)	5		
4.3 ระบบสายดิน ต้องมีการต่อสายดินที่ถูกต้องตามมาตรฐานและมีค่าความต้านทานดินต่ำ	5		
4.4 ต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตามพิกัดและบำรุงรักษาทุก 3 เดือน	5		
4.5 กระแสมากกว่า 60 แอมแปร์ (A) ต้องมีสวิตช์ฉุกเฉินในระยะ 15 เมตร ต้องตัดไฟพร้อมกันทุกสายและมองเห็นได้ชัดเจน	5		
5. ด้านป้ายเตือนความปลอดภัย			
5.1 ติดป้าย “ระวังไฟฟ้าช็อก” ป้าย “ต้องการการระบายอากาศ” และป้าย “Emergency Disconnect” ป้ายระบบตัดไฟฉุกเฉินสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า	3		
5.2 ช่องจอดต้องมีป้ายสัญลักษณ์รูปเครื่องอัดประจุไฟฟ้า (EV) และป้ายผู้พิการ พื้นหลังน้ำเงิน-ขาว	3		
5.3 มีสัญลักษณ์เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (EV) และผู้พิการบนพื้นช่องจอด	3		
5.4 ติดป้าย “จอดเฉพาะยานยนต์ไฟฟ้า” ให้เห็นชัดเจน	3		
6. ด้านมาตรการควบคุมความเสี่ยง			
6.1 ห้ามติดตั้งจุดชาร์จในทางหนีไฟ ในพื้นที่อับอากาศ ใกล้วัสดุไวไฟหรือน้ำท่วม	5		
6.2 ต้องมีสวิตช์ปิดฉุกเฉินติดตั้งในตำแหน่งที่เข้าถึงง่ายและรีเซ็ตด้วยมือได้	5		
6.3 มีเจ้าหน้าที่ควบคุมความปลอดภัยอย่างน้อย 1 คน ประจำตลอดเวลา	3		
รวม	125		

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณดังกล่าวถูกใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจตามเกณฑ์ตัดสินความเหมาะสมในตารางที่ 3 เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักนี้มีขั้นตอนชัดเจน ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในกรณีที่ต้องพิจารณาทางเลือกหลายมิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการประเมินและคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า รวมทั้งสามารถใช้ประเมินพื้นที่ในอาคารที่มีการติดตั้งสถานีชาร์จแล้ว เพื่อพิจารณาว่ามีความปลอดภัยเพียงพอ หรือจำเป็นต้องปรับปรุงเพิ่มเติมให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยพิจารณาจาก 6 ประเด็นหลัก ได้แก่ โครงสร้าง ระบบระบายอากาศ การป้องกันและระงับอัคคีภัย ความปลอดภัยทางไฟฟ้า ป้ายและสัญลักษณ์ รวมถึงมาตรการควบคุมความเสี่ยง

ตารางที่ 2 เกณฑ์คะแนนการประเมิน (s)

ระดับ	ความหมาย
0	ไม่เหมาะสม ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
1	ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด แต่สามารถปรับปรุงได้
2	เหมาะสม เป็นไปตามข้อกำหนด

เพื่อการแปลผลค่าความเหมาะสม (α) อย่างเป็นระบบได้กำหนดเกณฑ์ตัดสินระดับความเหมาะสมของพื้นที่ไว้ 3 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์ตัดสินความเหมาะสม

ระดับ	ค่าความเหมาะสม (α)	ความหมาย
สูง	2.00	เหมาะสม พร้อมติดตั้ง
กลาง	1.00 – 1.99	เหมาะสมปานกลาง ต้องปรับปรุงบางส่วน
ต่ำ	0.00 – 0.99	ไม่เหมาะสม

2.3 ประเมินพื้นที่ติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าภายในอาคาร กรณีศึกษาโดยใช้ตารางรายการตรวจสอบ

กรณีศึกษาที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นอาคารสำนักงานสูง 9 ชั้น โดยเลือกพื้นที่จอดรถบริเวณชั้นที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากมีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดและมีการใช้งานจริง ซึ่งเหมาะสมต่อการประเมินด้านความปลอดภัย

พื้นที่ดังกล่าวถูกแบ่งออกเป็น 4 โซนตามลักษณะทางกายภาพ และการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2 ได้แก่ โซน A บริเวณมุมซ้ายติดผนังริมอาคาร (ดังแสดงในรูปที่ 3) โซน B บริเวณกลางลานจอดรถ (ดังแสดงในรูปที่ 4) โซน C บริเวณประตูทางเข้าอาคาร (ดังแสดงในรูปที่ 5) และ โซน D บริเวณริมผนังด้านทางลาดขึ้น-ลงพื้นที่จอดรถ ดังแสดงในรูปที่ 6 การแบ่งพื้นที่นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมของแต่ละโซนภายใต้เงื่อนไขความปลอดภัยด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัย โดยดำเนินการประเมินตามแบบฟอร์มรายการตรวจสอบที่แสดงในตารางที่ 1 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในอาคาร

พื้นที่จอดรถดังกล่าวมีบันไดหนีไฟจำนวน 3 ตำแหน่ง และลิฟต์ดับเพลิง 1 ตำแหน่ง โครงสร้างพื้นได้รับการออกแบบให้รองรับน้ำหนักบรรทุกจร Live Load (LL) ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับน้ำหนักของรถยนต์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ ยังติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติแบบสปริงเกอร์ และอุปกรณ์ตรวจจับความร้อนหรือควัน เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานพื้นที่

เมื่อได้ระบุตำแหน่งและสำรวจพื้นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่นำมาประเมินตามแบบฟอร์มรายการตรวจสอบ โดยใช้ค่าน้ำหนัก (w) และคะแนน (s) สำหรับการประเมินพื้นที่ก่อนการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ดังตารางที่ 4

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าความเหมาะสม (α) ของแต่ละโซนโดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) ตามสมการที่ (1) ดังนี้

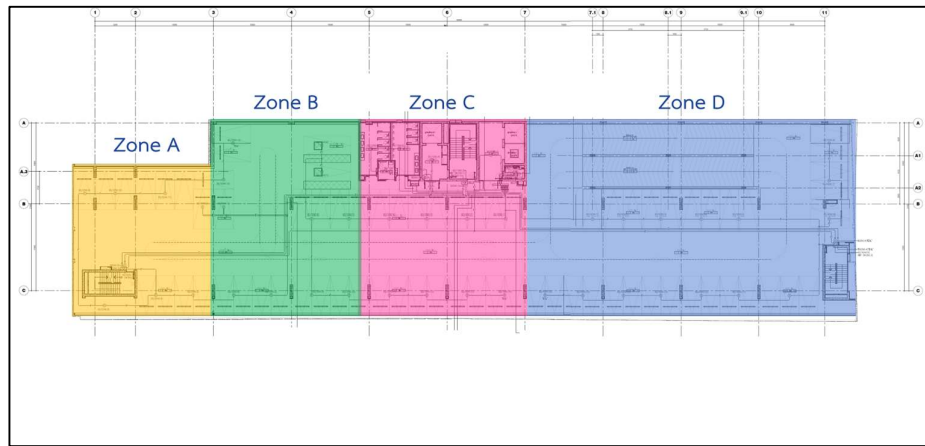
$$\text{Zone A } (\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i s_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} = \frac{75}{51} = 1.47$$

$$\text{Zone B } (\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i s_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} = \frac{102}{51} = 2.00$$

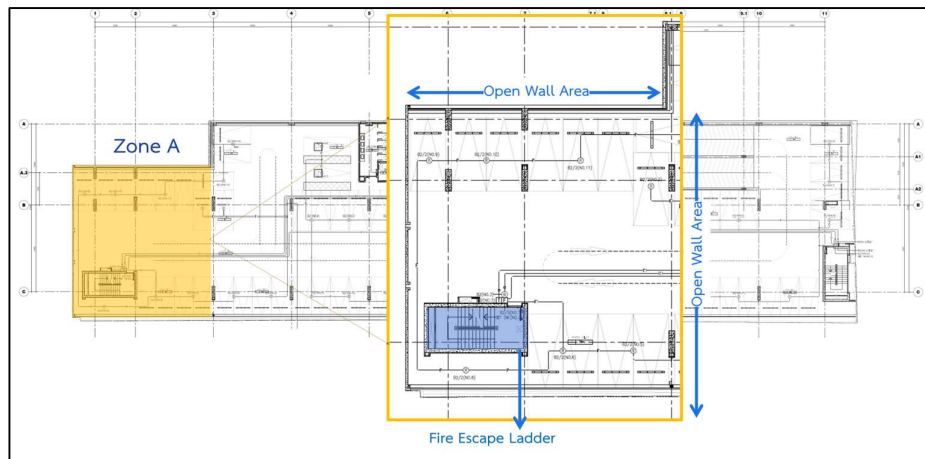
$$\text{Zone C } (\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i s_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} = \frac{48}{51} = 0.94$$

$$\text{Zone D } (\alpha) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i s_i)}{\sum_{i=1}^n (w_i)} = \frac{48}{51} = 0.94$$

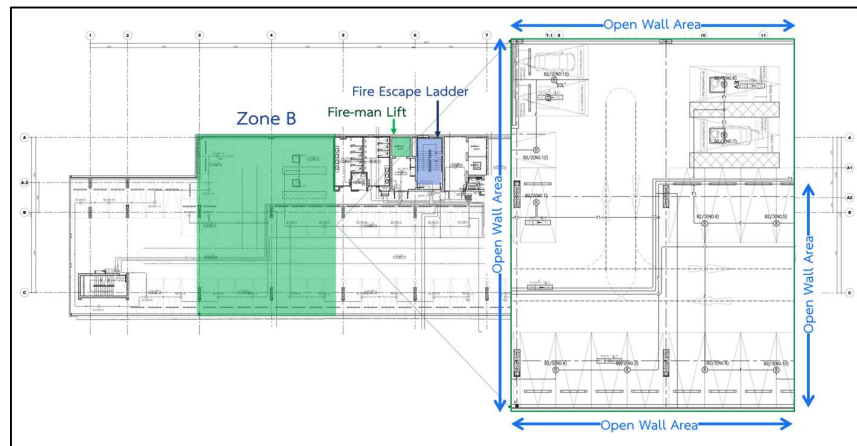
จากนั้นนำค่าความเหมาะสม (α) ของแต่ละโซนที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การตัดสินใจในตารางที่ 4 เพื่อจัดระดับความเหมาะสมของพื้นที่ โดยใช้เกณฑ์ระดับ “สูง” “กลาง” และ “ต่ำ” เป็นแนวทางในการแปลผลในการคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในกรณีศึกษา



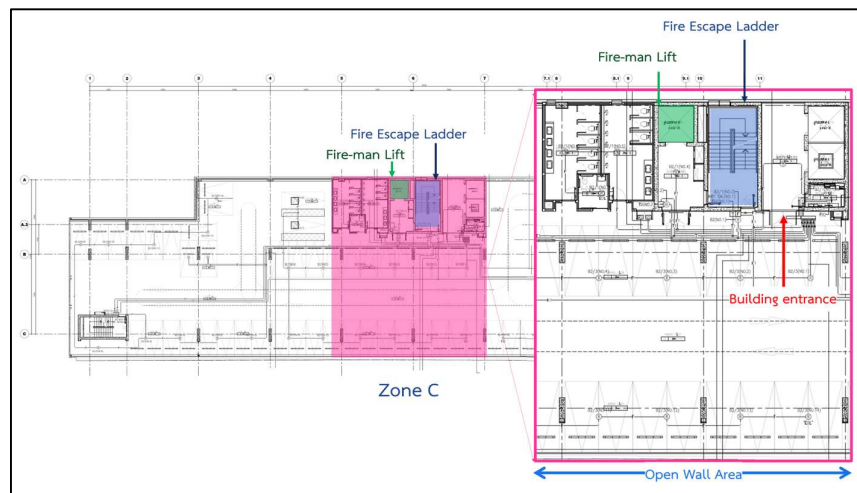
รูปที่ 2 แบ่งโซนพื้นที่จอดรถชั้น 2 (4 โซน)



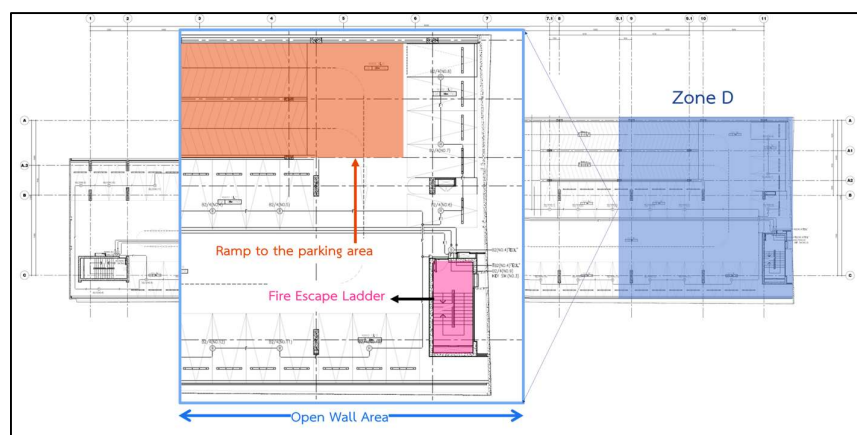
รูปที่ 3 ตำแหน่งที่ 1 ภาพขยายโซน A มุมซ้ายติดผนังริมอาคาร



รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ 2 ภาพขยายโซน B โชนกลางลานจอดรถ



รูปที่ 5 ตำแหน่งที่ 3 ภาพขยายโซน C บริเวณประตูทางเข้าอาคาร



รูปที่ 6 ตำแหน่งที่ 4 ภาพขยายโซน D ริมผนังด้านทางลาดขึ้นลงพื้นที่จอดรถ

ตารางที่ 4 การให้คะแนนรายการตรวจสอบความปลอดภัยด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัยในแต่ละโซน

รายการตรวจสอบ	อ้างอิงมาตรฐานฉบับที่	น้ำหนัก (w)	โซน A		โซน B		โซน C		โซน D	
			คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (w × s)	คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (w × s)	คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (w × s)	คะแนน (s)	ผลลัพธ์ (w × s)
1.1	(1)	5	2	10	2	10	0	0	0	0
1.2	(3)	4	2	8	2	8	2	8	2	8
1.3	(8)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
1.4	(2)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	(1)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
1.6	(7)	5	2	10	2	10	2	10	2	10
2.1	(1)	4	1	4	2	8	0	0	0	0
2.2	(4)	4*	-	-	-	-	-	-	-	-
2.3	(8)	4	1	4	2	8	0	0	0	0
2.4	(4)	4	1	4	2	8	0	0	0	0
2.5	(8)	5	1	5	2	10	0	0	0	0
3.1	(6)	5	2	10	2	10	2	10	2	10
3.2	(3)	5	2	10	2	10	2	10	2	10
3.3	(1)	5	2	10	2	10	2	10	2	10
3.4	(2)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	(7)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
4.1	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
4.3	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
5.1	(4)	3*	-	-	-	-	-	-	-	-
5.2	(7)	3*	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3	(7)	3*	-	-	-	-	-	-	-	-
5.4	(7)	3*	-	-	-	-	-	-	-	-
6.1	(4)	5	0	0	2	10	0	0	0	0
6.2	(4)	5*	-	-	-	-	-	-	-	-
6.3	(7)	3*	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม		51	16	75	22	102	10	48	10	48

(*) รายการที่ไม่นำมารวมในการประเมิน เนื่องจากพื้นที่ยังไม่มีติดตั้งสถานีขาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ส่งผลให้บางหัวข้อไม่สามารถให้คะแนนและคำนวณค่าน้ำหนักได้

3. ผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบข้อกำหนดและมาตรฐานด้านความปลอดภัยทั้งในประเทศและมาตรฐานสากล รวมเป็นรายการตรวจสอบ เพื่อใช้ประเมินพื้นที่ติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าภายในอาคาร ผลการประเมินพบว่าพื้นที่แต่ละโซนมีค่าความเหมาะสม (α) แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ระบบระบายอากาศ และองค์ประกอบด้านความปลอดภัยอื่น ๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ในแต่ละด้าน ทั้งนี้ ค่าความเหมาะสม (α) และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงของแต่ละโซน แสดงไว้ในตารางที่ 5 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ตัดสินความเหมาะสมเพื่อเลือกพื้นที่

โซน	α	ระดับ	ความหมาย
A	1.47	ปานกลาง	เหมาะสมปานกลาง แต่ต้องปรับปรุงตามรายการข้อที่ 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 6.1
B	2	สูง	เหมาะสม พร้อมติดตั้ง
C	0.94	ต่ำ	ไม่เหมาะสม
D	0.94	ต่ำ	มีข้อจำกัดหลายด้านตามรายการข้อที่ 1.1, 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 6.1

จากการวิเคราะห์ พบว่า โซน B มีค่าความเหมาะสม (α) เท่ากับ 2.00 อยู่ในระดับ “สูง” หมายถึงพื้นที่ที่มีความพร้อมต่อการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด ส่วนโซน A บริเวณมุมซ้ายติดผนังริมอาคาร ได้ค่าความเหมาะสม (α) เท่ากับ 1.47 อยู่ในระดับ “ปานกลาง” โดยมีข้อจำกัดหลายด้านซึ่งต้องปรับปรุงเพิ่มเติมตามรายการตรวจสอบข้อที่ 2.1, 2.3, 2.4, 2.5 และ 6.1 ได้แก่ การระบายอากาศไม่ทั่วถึง จำเป็นต้องติดตั้งระบบระบายอากาศเพิ่มเติม รวมทั้งจัดให้มีมาตรการควบคุมความเสี่ยงเพิ่มเติมโดยติดตั้งจุดชาร์จให้ห่างจากทางหนีไฟป้องกัน

การกีดขวาง และเพื่อยกระดับความปลอดภัยของพื้นที่ให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ขณะที่โซน C และ โซน D มีค่าความเหมาะสม (α) เท่ากับ 0.94 อยู่ในระดับ “ต่ำ” ซึ่งยังไม่เหมาะสมต่อการติดตั้ง เนื่องจากมีข้อจำกัดหลายด้านตามรายการตรวจสอบข้อที่ 1.1, 2.1, 2.3, 2.4, 2.5 และ 6.1 กล่าวคือ โซน C ตั้งอยู่ใกล้ประตูทางเข้าอาคาร บันไดหนีไฟ และทางเข้าลิฟต์ดับเพลิง ซึ่งหากดำเนินการติดตั้งอาจส่งผลกระทบต่อเส้นทางอพยพและการเข้าถึงลิฟต์ดับเพลิงในกรณีฉุกเฉิน อีกทั้งยังขาดระบบระบายอากาศเชิงกล และไม่มีเครื่องดับเพลิงภายในพื้นที่ ส่วนโซน D มีข้อจำกัดด้านการระบายอากาศ อีกทั้งยังมีความเสี่ยงต่อการเฉี่ยวชนเนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณทางลาดชันซึ่งที่เป็นทางสัญจรของรถภายในอาคาร ซึ่งอาจกระทบต่อความปลอดภัยในการอพยพหนีภัยในกรณีฉุกเฉิน

จากผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า โซน B ถือเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจากมีการระบายอากาศตามธรรมชาติที่ดี ระบบความปลอดภัยพร้อม และมีความสะดวกต่อการเข้าถึง ในขณะที่โซนอื่น ๆ จำเป็นต้องปรับปรุงระบบระบายอากาศ โครงสร้างอาคาร และมาตรการควบคุมความเสี่ยงเพิ่มเติมตามรายการตรวจสอบก่อนดำเนินการติดตั้งจริง

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่า งานวิจัยฉบับนี้สามารถพัฒนาแนวทางด้านความปลอดภัยสำหรับการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในอาคารได้อย่างเป็นระบบ โดยมีการตรวจสอบ รวบรวม และเปรียบเทียบข้อกำหนดตามกฎหมายหรือมาตรฐานของประเทศไทยควบคู่กับมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้องจำนวน 10 ฉบับ ก่อนสังเคราะห์ออกมาเป็นข้อกำหนดสำหรับจัดทำรายการตรวจสอบความปลอดภัยด้านการป้องกันและระงับอัคคีภัยที่ครอบคลุมทั้งในกรณีที่ยังไม่ติดตั้งและกรณีติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแล้ว พร้อมเกณฑ์ประเมินโดยใช้เทคนิคค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average)

ครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ โครงสร้าง ระบบระบายอากาศ การป้องกันและระงับอัคคีภัย ระบบไฟฟ้า ป้ายเตือน และ มาตรการควบคุมความเสี่ยง อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่เป็น การประเมินพื้นที่ซึ่งยังไม่มีติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ ไฟฟ้า รายการบางหัวข้อยังไม่สามารถให้คะแนนและ คำนวณค่าน้ำหนักได้

เมื่อประยุกต์ใช้รายการตรวจสอบกับอาคาร กรณีศึกษา ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานสูง 9 ชั้นที่มีพื้นที่จอดรถแบบเปิด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่มีการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า จึงต้องการประเมินเพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้ง ผลสรุปพบว่าสามารถประเมิน ความเหมาะสมและความปลอดภัยตามข้อกำหนดได้จริง โดยรายการตรวจสอบที่จัดทำขึ้น สามารถใช้เป็นเครื่องมือ ในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกพื้นที่ติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังแสดงให้เห็น ถึงศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อกับอาคารประเภท อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน รวมถึงการนำไปใช้ประเมิน พื้นที่ของอาคารที่มีการติดตั้งสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าแล้ว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงมาตรการควบคุมความ เสี่ยงและยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง ในอนาคต

ทั้งนี้ รายการตรวจสอบ และเกณฑ์ค่าน้ำหนัก สามารถทบทวนและปรับปรุงให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ตามกฎหมายและมาตรฐานประเทศไทยและสากลฉบับ ล่าสุดหรือที่มีการแก้ไขเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อให้แนวทาง ดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน อันจะ ช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยด้านการป้องกันและระงับ อัคคีภัยในการติดตั้งและใช้งานสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าใน อาคารต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Land Transport. (2023). Statistics of Registered Vehicles. Bangkok, Thailand: Department of Land Transport

[Online]. Available: <https://web.dlt.go.th/statistics/index.php>

- [2] Ministry of Energy. (2021, Oct 22). Promotion of Electric Vehicles. Bangkok, Thailand: Energy Policy and Planning Office [Online]. Available: <https://www.eppo.go.th/index.php/en/component/k2/item/17415-ev-charging-221064-04>
- [3] S. Sangsnit, "The ratio of electric vehicle charging stations to registered BEV passenger cars in Thailand," Electric Vehicle Association of Thailand, Bangkok, Thailand, Tech. Rep., Jun. 30, 2024.
- [4] E. V. FireSafe. (2025, Jun.). EV Fire FAQs [Online]. Available: <https://www.evfiresafe.com/ev-fire-faqs>
- [5] M. Online. (2025, Oct. 19). Bangkok Councillor Highlights EV Car Fire Statistics [Online]. Available: https://www.matichon.co.th/local/news_4250794
- [6] M. Online. (2023, Sept. 3). Man Charging EV in Front of Udon Thani Mall Shocked as Car Fills with Smoke at 50% Charge [Online]. Available: https://www.matichon.co.th/region/news_4161455
- [7] M. Online. (2025, Apr. 19). Moment an EV Car Caught Fire While Charging at Home [Online]. Available: https://www.matichon.co.th/social/news_5144331
- [8] National Fire Protection Association, Standard for Parking Structures in NFPA 88A. Quincy, MA: NFPA, 2023.
- [9] National Fire Protection Association. (2023). *NFPA 70: National Electrical Code (NEC)*. Quincy, MA: NFPA, 2023 [Online]. Available:

- <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-70-standard-development/70>
- [10] International Code Council. (2021). International Building Code (IBC), Washington, DC: ICC [Online]. Available: <https://codes.iccsafe.org/content/IBC2021P2>
- [11] International Electrotechnical Commission. (2018). IEC 60364-7-722: Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles. Geneva, Switzerland [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/en/publication/29958>
- [12] International Electrotechnical Commission. (2018). IEC 61851-21-2: Electric vehicle conductive charging system – EMC requirements for off-board electric vehicle charging systems, Geneva, Switzerland [Online]. Available: <http://www.iec.ch>
- [13] National Fire Protection Association. (2022). NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems, Quincy, MA [Online]. Available: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-13-standard-development/13>
- [14] Department of Energy Business, Ministry of Energy, Safety Standards for Electric Vehicle Charging Stations in Fuel Service Stations. Bangkok, Thailand: Ministry of Energy, 2021.
- [15] Metropolitan Electricity Authority, Provincial Electricity Authority, and Energy Regulatory Commission, Electrical Installation Standards for Electric Vehicle Charging Equipment in Residential and Commercial Buildings. Bangkok, Thailand: MEA, PEA, ERC, 2020.
- [16] Metropolitan Electricity Authority, Requirements for Electrical Connection and Installation for Electric Vehicle Charging Stations. Bangkok, Thailand: MEA, 2017.
- [17] Provincial Electricity Authority, Regulations on Connection Requirements for Electric Vehicle Charging Stations. Bangkok, Thailand: PEA, 2020.
- [18] A. Ganti. (2025, Oct. 15). Weighted Average: Definition and How It Is Calculated and Used [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/w/weightedaverage.asp>