

## การจัดการทรัพยากรอาคารด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล

## Digitalization in Facility Management

พรเทพ เกิดมนต์<sup>1</sup>, ศุภวัฒน์ สุขะปรเมษฐ<sup>2</sup> และ ฐิติมา โหล้าของ<sup>3</sup>Phornthep Kerdmont<sup>1</sup>, Supawat Sukharamate<sup>2</sup>, and Thitima Holomyong<sup>3</sup>

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

College of Innovation Management, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

\*Corresponding author. E-mail: Phornthep.ker@rmutr.ac.th<sup>1\*</sup>

Received March 17, 2025; Revised May 20, 2025; Accepted June 5, 2025

## Abstract

This study aims to explain the concept of facility management and synthesize the approaches to digital technology applications for optimizing facility management practices in terms of efficiency, cost reduction, and organizational sustainability goals. The findings indicate that essential digital technologies, such as Building Information Modeling (BIM), the Internet of Things (IoT), and Artificial Intelligence (AI), significantly enhance data management capabilities and overall operational effectiveness in facility management systems. Three implementation approaches were identified: basic sensor deployment, utilizing a single advanced digital technology, and an integrated approach combining multiple digital technologies. While the integrated approach demonstrates the highest effectiveness, notable challenges persist, including high investment costs, technological complexity, and a shortage of skilled personnel. Therefore, this study provides valuable guidelines for organizations to select and effectively implement digital technologies appropriate to their specific context.

**Keywords:** facility management; digital technologies; BIM; IoT; AI; sustainability

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายแนวคิดการจัดการทรัพยากรอาคาร และสังเคราะห์แนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการทรัพยากรอาคารในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนในองค์กรสมัยใหม่ ซึ่งพบว่า เทคโนโลยีดิจิทัลที่สำคัญ เช่น Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ช่วยในการจัดการข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบจัดการอาคารได้อย่างมีนัยสำคัญ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลไปใช้มีสามระดับ ได้แก่ ระดับเซ็นเซอร์พื้นฐาน ระดับเทคโนโลยี

ดิจิทัลขั้นสูงเพียงรูปแบบเดียว และระดับการบูรณาการหลายเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน โดยระดับที่สามมีประสิทธิภาพสูงที่สุดแต่ยังพบอุปสรรคที่สำคัญ ได้แก่ ต้นทุนที่สูง ความซับซ้อนของเทคโนโลยี และการขาดบุคลากรที่เชี่ยวชาญ ผลการศึกษาจึงเป็นแนวทางสำคัญสำหรับองค์กรในการเลือกเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสมกับบริบทขององค์กร

**คำสำคัญ:** การจัดการทรัพยากรอาคาร; เทคโนโลยีดิจิทัล; BIM; IoT; AI; ความยั่งยืน

## บทนำ

การจัดการทรัพยากรอาคาร (Facility Management: FM) เป็นการผสมผสานหลายองค์ความรู้ ทั้งการสนับสนุนคน รวมถึงวิธีการจัดการกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบ กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้งานอาคาร สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน โดย FM ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก มีมูลค่าตลาดในปี 2023 ประมาณ 1.6 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 2.28 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2032 คิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (CAGR) 8.2% ระหว่างปี 2024-2032 ส่วนในประเทศไทย ตลาด FM มีมูลค่าประมาณ 3.83 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2025 และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 4.90 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2030 คิดเป็นอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปีประมาณ 5.04% (Mordor Intelligence, 2024) แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญ ของ FM ในการยกระดับประสิทธิภาพและความยั่งยืนของอาคาร โดยเฉพาะเมื่อมีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ เช่น ระบบอัจฉริยะภายในอาคาร (Smart Building System) หรือระบบติดตาม ข้อมูลผู้ใช้งานในอาคาร ตัวอย่างอาคารในประเทศไทยที่เริ่มประยุกต์ใช้แนวคิด FM ได้แก่ อาคารอับดุลราฮิม อาคาร จัตุรัสจามจุรี อาคารสยามทาวเวอร์ อาคารจีพีเอฟวิทย์ อาคารสินทรทาวเวอร์ ทีสโก้ทาวเวอร์ อาคารบางกอกซิติทาวเวอร์ อาคารเอ็มโพร์ทาวเวอร์ (Thongmar & Pasunon, 2014) และอาคาร Mixed Use One Bangkok ซึ่งล้วนเป็นเครื่อง ยืนยันถึงบทบาทของ FM ที่กำลังเติบโตอย่างต่อเนื่องในบริบทของการพัฒนาเมืองและธุรกิจอย่างยั่งยืน

แนวโน้มการเติบโตของตลาดการจัดการทรัพยากรอาคารทั้งในระดับโลกและประเทศไทย ทำให้เกิดความ จำเป็นในการกำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติที่ชัดเจน เพื่อให้การบริหารจัดการเป็นไปอย่างมีระบบและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ได้หลากหลายประเภทขององค์กร โดยเฉพาะมาตรฐานสากล เช่น ISO 41011 ได้กำหนดแนวทาง การบริหารจัดการทรัพยากรอาคารให้มีความเป็นระบบและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในองค์กรทุกประเภท องค์กร ต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงสมาคมด้าน FM เช่น สมาคมการจัดการทรัพยากรอาคารนานาชาติ (IFMA) และสมาคมวิชาชีพ การบริหารทรัพยากรอาคารแห่งประเทศไทย (TFMA) ต่างให้ความสำคัญกับการพัฒนาแนวทางการจัดการ ที่เหมาะสมกับบริบทปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการทรัพยากรอาคารยังเผชิญกับความท้าทายและปัญหา ที่ตามมามากมาย ไม่ว่าจะเป็น 1) การขาดมาตรฐานที่ใช้ในการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของการจัดการ ทรัพยากรอาคาร 2) การขาดแคลนความรู้ในการนำการจัดการทรัพยากรอาคารอย่างถูกต้อง 3) การขาดความเข้าใจ และมุ่งเน้นไปในเรื่องการลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และ 4) การนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้กับงานจัดการ ทรัพยากรอาคารที่หลายองค์กรมักละเลย (Ariffin, Milala & Kasim, 2022)

จากความท้าทายและปัญหาดังกล่าว เทคโนโลยีดิจิทัลจึงถูกนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหาร จัดการอาคาร ทั้งการใช้ Building Information Modeling (BIM) ในการวางแผนและบริหารทรัพยากรอาคารตั้งแต่ ขั้นตอนการออกแบบอาคาร โดยการส่งข้อมูลที่เหมาะสมผ่าน BIM Model เช่น ข้อมูลวัสดุ อายุการใช้งาน รุ่นของ อุปกรณ์ ฯลฯ ทำให้ผู้จัดการอาคารสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็น Single Source of Truth (SSOT) ได้ตลอดเวลา (Sacks et al., 2018) การนำ Internet of Things (IoT) มาใช้เพื่อติดตามและควบคุมระบบอาคารแบบเรียลไทม์

(Environmental Monitoring) ช่วยให้ทีม FM ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการใช้งานและสุขภาพของผู้ใช้อาคาร เหมาะกับสำนักงาน โรงพยาบาล โรงเรียน (Hafner et al., 2015) หรือการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน คาดการณ์เวลาที่อุปกรณ์จะเริ่มมีปัญหา แจ้งเตือนให้ซ่อมก่อนเกิดความเสียหายจริง ลด Downtime และยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ (Pedral Sampaio et al., 2022)

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายแนวคิดการจัดการทรัพยากรอาคาร และสังเคราะห์แนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการทรัพยากรอาคารเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผลการศึกษานี้จะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำองค์ความรู้ไปปรับใช้เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการทรัพยากรอาคารให้ทันสมัยและตอบโจทย์ความต้องการขององค์กรในปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังกล่าวได้ว่าระบบดิจิทัลอาจช่วยทั้งในด้านการจัดการข้อมูล, ความเป็นอยู่ที่ดี, ความยั่งยืน, การจัดการทรัพยากรบุคคล และการซ่อมบำรุง แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยีในการบูรณาการการจัดการทรัพยากรอาคารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### แนวคิดการจัดการทรัพยากรอาคาร

การจัดการทรัพยากรอาคารเป็นศาสตร์และศิลป์ที่มีเป้าหมายหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและบริการต่าง ๆ ในอาคาร รวมถึงการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมในอาคารให้มีความปลอดภัย สะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด เพื่อสนับสนุนการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการ มุ่งเน้นการให้บริการต่อผู้คนในอาคาร (People) กระบวนการ (Process) และอาคารสถานที่ (Place) (Atkin & Brooks, 2021) ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรและบริการต่าง ๆ ในอาคาร รวมถึงการดูแลรักษาสภาพแวดล้อมในอาคารให้มีความปลอดภัย สะดวกสบาย และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด เพื่อสนับสนุนการทำงานและกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการ มุ่งเน้นการให้บริการต่อผู้คนในอาคาร การทำงาน และอาคารสถานที่ สามารถอธิบายความสำคัญและความเกี่ยวข้องของทั้ง 3 ส่วน ดังนี้

#### 1. ความสำคัญและความเกี่ยวข้องของผู้คน (People)

ในบริบทของการจัดการทรัพยากรอาคาร ผู้คนถือเป็นองค์ประกอบหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อทิศทางและรูปแบบการให้บริการภายในอาคาร โดยคำว่า “ผู้คน” ในที่นี้ครอบคลุมถึงผู้ใช้บริการทุกกลุ่ม ไม่ว่าจะเป็นผู้เช่าอาคาร พนักงานประจำ ผู้เยี่ยมชม ตลอดจนผู้บริหารอาคาร ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดความต้องการและความคาดหวังต่อคุณภาพของสภาพแวดล้อมและการให้บริการต่าง ๆ ภายในอาคาร การทำความเข้าใจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้เหล่านี้จึงเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบ Facility Management ที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการอย่างตรงจุด

การจัดการทรัพยากรอาคารที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการทำงาน การใช้ชีวิตประจำวัน และความเป็นอยู่ที่ดี (well-being) ของผู้ใช้อาคาร การออกแบบระบบบริการ การบริหารพื้นที่ และการจัดสรรทรัพยากรต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในด้านความคาดหวังของผู้คน ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมความพึงพอใจ ความมีส่วนร่วม และการใช้งานอาคารอย่างยั่งยืน ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องของผู้ใช้อาคาร ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงความสำเร็จของการดำเนินงานด้าน Facility Management ในยุคปัจจุบัน

## 2. ความสำคัญและความเกี่ยวข้องของกระบวนการ (Process)

กระบวนการ (Process) ถือเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินงานด้านการจัดการทรัพยากรอาคาร เนื่องจากเป็นกลไกหลักในการแปลงกลยุทธ์และแผนงานให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม ทั้งในด้านการดูแลรักษา การพัฒนา และการปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการกระบวนการที่ดีจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินงาน เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่าง ๆ และยกระดับความปลอดภัยและสุขภาวะของผู้ใช้อาคาร ซึ่งล้วนเป็นเป้าหมายหลักของ Facility Management สมัยใหม่

กระบวนการที่สำคัญในบริบทของ FM ประกอบด้วยหลายด้านที่ต้องอาศัยการบริหารจัดการเชิงระบบ เช่น การจัดการพลังงานและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การดูแลรักษาและบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) การควบคุมด้านความปลอดภัยและสุขอนามัย การบริหารพื้นที่และสภาพแวดล้อมทางกายภาพ รวมถึงการจัดการสัญญาและความสัมพันธ์กับผู้ให้บริการภายนอก เพื่อให้เกิดการทำงานที่ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูงสุด กระบวนการเหล่านี้ต้องถูกวางแผนอย่างเป็นระบบ ดำเนินการด้วยเครื่องมือที่เหมาะสม และได้รับการประเมินผลอย่างสม่ำเสมอ โดยอาศัยแนวทางการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพของการบริหารจัดการอาคารในระยะยาว

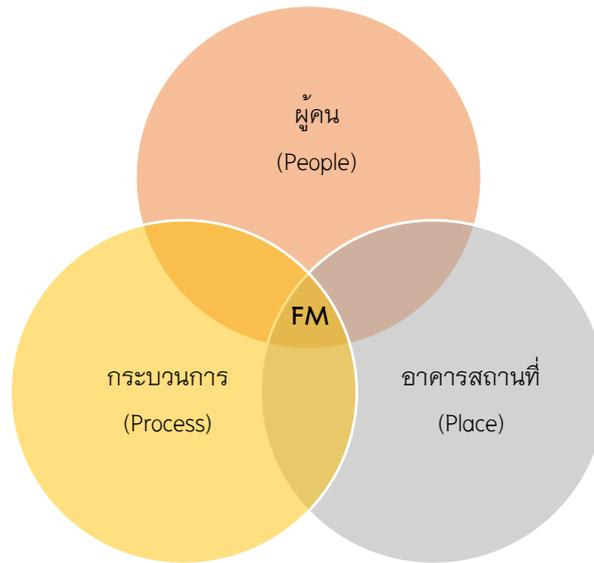
## 3. ความสำคัญและความเกี่ยวข้องของอาคารสถานที่ (Place)

อาคารสถานที่ (Place) ถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของระบบการจัดการทรัพยากรอาคาร เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่รองรับกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้ใช้งาน ทั้งในบริบทของการทำงาน การพักผ่อน การบริการ และการติดต่อสื่อสาร อาคารและพื้นที่โดยรอบยังทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมของทรัพยากรและระบบโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการออกแบบ ดูแล และบริหารจัดการอย่างเหมาะสม เพื่อสนับสนุนให้การใช้งานเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในเชิงฟังก์ชัน ความปลอดภัย และภาพลักษณ์ขององค์กร ทั้งนี้การจัดการอาคารสถานที่ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยยกระดับประสบการณ์ของผู้ใช้บริการ สร้างความพึงพอใจ และเสริมสร้างคุณค่าเชิงกลยุทธ์ให้กับองค์กรในระยะยาว

แนวทางการบริหารจัดการอาคารสถานที่อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น การออกแบบพื้นที่ให้ตอบสนองต่อพฤติกรรมผู้ใช้งานจริง การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและยั่งยืน การดูแลรักษาความสะอาด ความปลอดภัย และความสวยงามของพื้นที่ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการควบคุมและติดตามสภาพแวดล้อมในอาคารอย่างต่อเนื่อง การจัดสรรพื้นที่อย่างเหมาะสมไม่เพียงแต่ช่วยลดต้นทุนในการดูแลรักษา แต่ยังช่วยเพิ่มศักยภาพในการใช้งาน ลดความสิ้นเปลือง และส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการทำงานและการใช้ชีวิตของผู้ใช้อาคาร ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการบริหารจัดการทรัพยากรอาคารในยุคปัจจุบัน

Atkin and Brooks (2021) จำแนกความสามารถของกระบวนการจัดการทรัพยากรอาคารในปัจจุบัน เพื่อให้ครอบคลุมทุกด้านของการจัดการทรัพยากรอาคารและทำให้ผู้ศึกษาและผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการปฏิบัติตามมาตรฐานและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งครอบคลุมด้านต่าง ๆ ทั้ง 16 ด้าน ได้แก่ 1) การวางแผนการใช้ทรัพยากรอาคาร (Facility planning), 2) การจัดการกลยุทธ์การใช้ทรัพยากรอาคาร (Facility management strategy), 3) การจัดการทรัพยากรบุคคล (Human resources management), 4) ความเป็นอยู่ที่ดี สภาพแวดล้อมในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงาน (Well-Being, Workplace and Productivity), 5) สุขภาพ ความปลอดภัย และระบบรักษาความปลอดภัย (Health, safety and security), 6) การตัดสินใจเลือกใช้บริการจากภายนอก (Outsourcing decision), 7) การจัดซื้อจัดหา (Procurement), 8) งานบริการ (Service delivery), 9)

บริการเฉพาะทางและความร่วมมือกับพันธมิตร (Specialist services and partnership), 10) การบริหารจัดการผลการดำเนินงาน (Performance management), 11) การจัดการการซ่อมบำรุง (Maintenance management), 12) การจัดการการใช้ทรัพยากรอาคารอย่างยั่งยืน (Sustainable facilities), 13) การบริหารการเปลี่ยนแปลง (Change management), 14) การจัดการข้อมูลภายในอาคาร (Information management), 15) โครงสร้างองค์กรด้านการบริหารทรัพยากรอาคาร (Facility Management Organization), และ 16) ระบบบริหารจัดการทรัพยากรอาคาร (Facility Management Systems)



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของการบริหารจัดการทรัพยากรอาคาร (Atkin & Brooks, 2021)

Figure 1 Facility Management Components (Atkin & Brooks, 2021)

จากการวิเคราะห์แนวทางการจัดการทรัพยากรอาคารที่ครอบคลุม 16 ด้าน สามารถสังเคราะห์และจัดกลุ่มใหม่ให้เหลือ 6 ด้านหลัก โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกที่เน้น (1) ความสำคัญเชิงกลยุทธ์ต่อการบริหารอาคาร (2) การบูรณาการระหว่างกระบวนการหลัก (3) แนวโน้มด้านความยั่งยืนและเทคโนโลยี (4) ผลกระทบต่อผู้ใช้อาคาร โดยการจับกลุ่มมุ่งเน้นการรวมกลุ่มองค์ประกอบที่มีความเกี่ยวข้องกันเพื่อลดความซ้ำซ้อนและสะท้อนภาพรวมของการจัดการทรัพยากรอาคารให้เป็นระบบมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การบริหารทรัพยากรบุคคลและการจัดการจ้างงาน บุคลากรรวมไว้ภายใต้ การจัดการทรัพยากรบุคคล (Human Resources) ส่วนการจัดการความปลอดภัยและสาธารณสุข ซึ่งเดิมกระจายอยู่หลายหมวด เช่น ระบบความปลอดภัย การจัดการความเสี่ยง และสุขอนามัย ได้ถูกรวมเป็น การจัดการระบบความปลอดภัยและสาธารณสุข (Health, Safety, Security, and the Environment) เพื่อให้สะท้อนถึงการดูแลสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารได้อย่างครอบคลุม นอกจากนี้ การจัดการข้อมูลที่เป็นหัวใจสำคัญของการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารอาคารในยุคดิจิทัล ก็ถูกแยกออกมาเป็น การจัดการข้อมูลภายในอาคาร (Information) เพื่อรองรับการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น IoT, BIM, AI และ Big Data ในการบริหารอาคารแบบอัจฉริยะ โดยรายละเอียดและคำอธิบายของการจัดการทรัพยากรอาคารใน 6 ด้านหลัก ได้แก่

### 1. การจัดการทรัพยากรบุคคล (Human resources)

การบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์ในบริบทของการจัดการทรัพยากรอาคารเน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญในการบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร สร้างความพึงพอใจ และคุณค่าแก่ผู้ใช้ โดยให้ความสำคัญกับการบูรณาการการบริหารทรัพยากรมนุษย์เข้ากับการวางแผนกลยุทธ์การจัดการทรัพยากรอาคาร ต้องมั่นใจว่าบุคลากรมีความสามารถและทักษะตรงตามความต้องการของบทบาทหน้าที่ ไม่ว่าจะบริหารจัดการโดยทีมภายในองค์กรเองหรือจ้างบุคคลภายนอก นอกจากนี้ยังเน้นความจำเป็นที่ต้องมีโครงสร้างการบริหารงานที่เอื้อต่อการควบคุมดูแลการจัดการทรัพยากรอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Atkin & Brooks, 2021) สอดคล้องกับแนวคิดของ International Facility Management Association (IFMA, 2025) ที่กล่าวว่า การจัดการทรัพยากรอาคารต้องปรับแนวทางการบริหารให้สอดคล้องกับพันธกิจและทรัพยากรขององค์กร มีความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาทีมงานและกระบวนการทำงานให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง พร้อมทั้งเป็นผู้นำที่สามารถให้คำแนะนำและสร้างความร่วมมือกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อสนับสนุนเป้าหมายขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2. ความเป็นอยู่ที่ดี สภาพแวดล้อมในการทำงาน และประสิทธิภาพในการทำงาน (Well-Being, Workplace and Productivity)

Atkin and Brooks (2021) ได้สำรวจว่าองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมผู้ใช้ ความแตกต่างทางวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมภายใน ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานขององค์กร โดยการออกแบบและบริหารจัดการสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีสามารถเพิ่มผลผลิต ความพึงพอใจของพนักงาน และผลลัพธ์โดยรวมของธุรกิจได้อย่างมาก สถานที่ทำงานที่ดีต้องรองรับปัจจัยสำคัญ เช่น ระบบแสงสว่าง อุณหภูมิ เสียงรบกวน และพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมการทำงานให้มีคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า FM ที่ดูแลเรื่องการจัดการพื้นที่ การควบคุมแสง เสียง อุณหภูมิ และอากาศ สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ ทำให้พนักงานมีความพึงพอใจมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการลดอัตราการขาดงาน (Absenteeism) และการทำงานขณะเจ็บป่วย (Presenteeism) ได้อย่างมีนัยสำคัญ (Hafner et al., 2015)

### 3. การจัดการการใช้ทรัพยากรอาคารอย่างยั่งยืน (Sustainable facilities)

ความยั่งยืนสำหรับงานด้านการจัดการทรัพยากรอาคารหมายถึงการดำเนินงานที่ไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของอาคาร และรวมถึงการจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสม รวมถึงการบริหารพลังงาน น้ำ และของเสียให้มีประสิทธิภาพสูงสุด แนวทางสำคัญ ได้แก่ การลดปริมาณการใช้พลังงานผ่านเทคโนโลยีอัจฉริยะ การติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน และการใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคาร สอดคล้องกับแนวคิดของ IFMA (2025) ที่กล่าวว่า การจัดการทรัพยากรอาคารเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนความรับผิดชอบต่อสังคมและการปฏิบัติตามกฎหมายขององค์กร การจัดการทรัพยากรอาคารต้องดูแลทั้งสิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานต่างๆในอาคาร ความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร และประสิทธิภาพขององค์กร พร้อมทั้งประเมินผลกระทบของอาคารตั้งแต่ขั้นตอนวางแผน ออกแบบ ก่อสร้าง และบริหารจัดการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างยั่งยืนและลดความเสี่ยงต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4. การจัดการการซ่อมบำรุง (Maintenance management)

การจัดการการซ่อมบำรุงสำหรับงานด้านการจัดการทรัพยากรอาคาร หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาสภาพและประสิทธิภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์ อาคาร และระบบต่าง ๆ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างราบรื่น ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงของความเสียหายที่

อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนระยะยาวและยืดอายุการใช้งานของอาคาร สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า เมื่อประยุกต์ใช้ FM ร่วมกับ BIM ในการจัดการงานซ่อมบำรุงจึงเป็นการยกระดับกระบวนการเดิมที่เคยใช้เอกสารและการกรอกข้อมูลด้วยมือ ไปสู่ระบบดิจิทัลที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลอัตโนมัติ ช่วยให้การวางแผน การดำเนินงาน และการประเมินผลด้านการบำรุงรักษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตอบสนองแนวโน้มของการบริหารจัดการอาคารอัจฉริยะและสนับสนุนแนวคิด Smart Facility Management ได้อย่างเป็นรูปธรรม (Lin & Su, 2013)

### 5. สุขภาพ ความปลอดภัย และระบบรักษาความปลอดภัย (Health, safety and security)

การจัดการระบบความปลอดภัยและสาธารณสุข เกี่ยวข้องกับการบริหารและควบคุมดูแลระบบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย สุขภาพ และการรักษาสีสิ่งแวดล้อมภายในอาคารให้มีคุณภาพดี โดยมีมาตรการควบคุม เช่น ระบบตรวจจับและเตือนภัยอัคคีภัย ระบบตรวจสอบคุณภาพอากาศ และมาตรการด้านสุขอนามัยต่าง ๆ เพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารและสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่า FM ที่จัดเก็บข้อมูลด้านการใช้พื้นที่ ความหนาแน่น การจัดสรรทรัพยากรสุขภาพ สามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานให้ HR วางแผนการทำงานที่ยืดหยุ่น (flexible working) และออกแบบนโยบาย Wellbeing ได้ตรงจุด โดยสังเกตได้ว่าบริษัทที่นำข้อมูลด้านสุขภาพมาใช้ในการกำหนดกลยุทธ์ มักมีอัตรา productivity loss ที่ต่ำกว่า (Hafner et al., 2015)

### 6. การจัดการข้อมูลภายในอาคาร (Information management)

การจัดการข้อมูลภายในอาคาร เป็นกระบวนการเชิงกลยุทธ์และเป็นระบบในการรวบรวม จัดการ เก็บรักษา และใช้ประโยชน์จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาคารและสิ่งอำนวยความสะดวก เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT), ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และ Big Data Analytics ถูกนำมาใช้เพื่อช่วยในการจัดการข้อมูลและการบำรุงรักษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Bouabdallaoui et al. 2020)



ภาพที่ 2 Facility management และงานที่สามารถใช้เทคโนโลยีด้าน Digitalization ร่วมทำงานได้ดี (Author, 2025)

Figure 2 Effective Integration of Digitalization Technologies in Facility Management and Related Tasks (Author, 2025)

การจัดการทรัพยากรอาคารในรูปแบบดั้งเดิมอาจมีข้อจำกัด เช่น ความล่าช้าในการประมวลผลข้อมูล การขาดการบูรณาการข้อมูลระหว่างระบบต่าง ๆ และการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการบริหารอาคารจึงกลายเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยแก้ไขปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงาน ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

## การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการจัดการทรัพยากรอาคาร

การนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการจัดการทรัพยากรอาคาร มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพและลดปัญหาด้านการดำเนินงานในองค์กรสมัยใหม่ จากการศึกษาทางวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางในการจัดการทรัพยากรอาคารมีการเชื่อมโยงกันในประเด็นสำคัญ ได้แก่ การบริหารจัดการพื้นที่ การบำรุงรักษา การจัดการการใช้พลังงาน และการลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งานอาคาร อย่างไรก็ตาม แม้จะมีเป้าหมายที่ชัดเจน แต่งานวิจัยจำนวนมากพบข้อจำกัดและปัญหาที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะในเรื่องของการจัดการข้อมูลที่สำคัญเป็นระบบและขาดการบูรณาการอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การบริหารทรัพยากรภายในอาคารยังไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้อย่างเต็มที่

จากการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการทรัพยากรอาคารสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ ได้แก่ (1) การใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์พื้นฐาน (2) การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลแบบเดี่ยว และ (3) การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน โดยอธิบายในแต่ละด้านได้ดังนี้

### 1. การใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์พื้นฐานในการจัดการอาคาร

หนึ่งในวิธีพื้นฐานที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยบริหารอาคารคือการติดตั้ง เซนเซอร์อัจฉริยะ เพื่อตรวจสอบสภาพแวดล้อมของอาคาร เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ระดับแสง และการใช้พลังงาน เซนเซอร์เหล่านี้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลและแจ้งเตือนผู้ดูแลอาคารหากมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติ โดยตัวอย่างการใช้งานที่แพร่หลาย ได้แก่ 1) เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensors) ที่ช่วยควบคุมระบบไฟฟ้าโดยเปิด-ปิดไฟโดยอัตโนมัติตามการใช้งานจริง 2) เซนเซอร์วัดคุณภาพอากาศ (Air Quality Sensors) ที่ช่วยควบคุมระดับคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิภายในอาคารเพื่อรักษาสุขภาพของผู้ใช้งาน 3) เซนเซอร์วัดการใช้พลังงาน (Energy Monitoring Sensors) ที่ช่วยวิเคราะห์รูปแบบการใช้พลังงานของอาคารและให้ข้อมูลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน แม้ว่าเทคโนโลยีเซนเซอร์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการอาคารได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังมีข้อจำกัด เช่น ข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์เพิ่มเติม และการเชื่อมต่อกับระบบอัตโนมัติยังมีข้อจำกัดในการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่น ๆ (Lee et al., 2011; Hose et al., 2007)

### 2. การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลแบบเดี่ยวในการจัดการทรัพยากรอาคาร

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในอาคารไม่ได้จำกัดเฉพาะการติดตั้งเซนเซอร์ แต่ยังรวมถึงการใช้ซอฟต์แวร์และระบบดิจิทัลขั้นสูง ที่ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลและวางแผนการดำเนินงาน เทคโนโลยีสำคัญที่ถูกนำมาใช้ ได้แก่ 1) Artificial Intelligence (AI) ซึ่งสามารถช่วยวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน ทำนายความต้องการซ่อมบำรุง และปรับระบบอาคารให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยอัตโนมัติ 2) Building Information Modeling (BIM) ซึ่งช่วยสร้างแบบจำลองดิจิทัลของอาคาร ทำให้สามารถวางแผนและบริหารจัดการทรัพยากรอาคารได้ดีขึ้น โดยลดความซับซ้อนในการสื่อสารระหว่างทีมงาน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลแบบเดี่ยวจะช่วยให้การบริหารอาคารมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Korke et al., 2023; Victor, 2023) หรือการใช้ Building Information Modeling (BIM)

ในการวางแผนและบริหารทรัพยากรอาคารตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอาคาร โดยการส่งข้อมูลที่เหมาะสมผ่าน BIM Model เช่น ข้อมูลวัสดุ อายุการใช้งาน รุ่นของอุปกรณ์ ฯลฯ ทำให้ผู้จัดการอาคารสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็น Single Source of Truth (SSOT) ได้ตลอดเวลา โดยมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น 1) ความไม่คุ้นเคยของผู้ใช้งาน (User Inexperience and Learning Curve), 2) ความจำเป็นในการอัปเดตโมเดล BIM อย่างต่อเนื่อง (Continuous Model Updating), 3) ขนาดไฟล์ของโมเดล BIM ที่ใหญ่เกินไป (Large File Size and Slow Loading), 4) ข้อจำกัดของการใช้งาน BIM ในสถานที่จริงไม่ได้ (On-site Limitations) (Sacks et al., 2018), การนำ Internet of Things (IoT) มาใช้เพื่อติดตามและควบคุมระบบอาคารแบบเรียลไทม์ (Environmental Monitoring) ช่วยให้ทีม FM ควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการใช้งานและสุขภาพของผู้ใช้อาคาร เหมาะกับสำนักงาน โรงพยาบาล โรงเรียน โดยมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น 1) การขาดความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล, 2) การขาดความรู้และแนวทางปฏิบัติในด้าน IOT, 3) ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากการใช้ IOT (Hafner, et al., 2015), หรือการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน คาดการณ์เวลาที่อุปกรณ์จะเริ่มมีปัญหา แจ้งเตือนให้ซ่อมก่อนเกิดความเสียหายจริง ลด Downtime และยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ โดยมีข้อจำกัดในด้านต่างๆ เช่น 1) ความซับซ้อนของข้อมูลและการวิเคราะห์, 2) ข้อจำกัดด้านทักษะบุคลากร, 3) ความซับซ้อนของระบบและต้นทุนในการประยุกต์ใช้ (Pedral Sampaio et al., 2022) แต่ข้อจำกัดสำคัญคือ ค่าใช้จ่ายที่สูง และ ความต้องการบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญในการใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้

### 3. การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการอาคาร

แนวโน้มการจัดการอาคารสมัยใหม่เน้นการ ผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในระยะยาว ระบบ Internet of Things (IoT) ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ (AI) ช่วยให้เซนเซอร์เก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ และ AI วิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการทำงานของอาคารโดยอัตโนมัติ เช่น การควบคุมพลังงานและการแจ้งเตือนซ่อมบำรุง การใช้ Building Information Modeling (BIM) ร่วมกับ Augmented Reality (AR) และ Virtual Reality (VR) เป็นอีกตัวอย่างที่ช่วยให้วิศวกรตรวจสอบอาคารผ่านภาพเสมือนจริง ลดความซับซ้อนในการบำรุงรักษา และเพิ่มความแม่นยำในการปรับปรุงโครงสร้าง (Pedral Sampaio et al., 2022; Marzouk & Zaher, 2020)

แม้ว่าการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลจะมีศักยภาพในการยกระดับประสิทธิภาพการบริหารจัดการอาคาร แต่อุปสรรคสำคัญที่ยังคงเป็นความท้าทาย ได้แก่ ต้นทุนการลงทุนที่สูง ความไม่สอดคล้องกันระหว่างระบบต่าง ๆ และข้อจำกัดด้านบุคลากรที่มีทักษะเฉพาะทาง อย่างไรก็ตาม หากมีการวางแผนกลยุทธ์และการลงทุนอย่างเป็นระบบ เทคโนโลยีเหล่านี้จะสามารถสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรอาคารให้มีความแม่นยำ ยืดหยุ่น และสอดคล้องกับเป้าหมายด้านความยั่งยืนในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## บทสรุป

การศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการทรัพยากรอาคาร กำลังเปลี่ยนผ่านจากรูปแบบการจัดการแบบเดิมไปสู่การจัดการที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล โดยมีเป้าหมายหลักในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดต้นทุน และส่งเสริมความยั่งยืน เทคโนโลยีสำคัญ เช่น Building Information Modeling (BIM), Internet of Things (IoT) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) มีศักยภาพในการยกระดับการดำเนินงานของ FM แต่การนำไปใช้ยังเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ต้นทุนการติดตั้งและบำรุงรักษาที่สูง ความซับซ้อนของการบูรณาการระบบ และการขาดแคลนบุคลากรที่มีทักษะด้านเทคโนโลยีเฉพาะทาง แนวทางการแก้ไขที่เสนอไว้ในงานวิจัย ประกอบด้วย การพัฒนาแผนกลยุทธ์อย่างเป็นระบบ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของเทคโนโลยีกับบริบทขององค์กร การลงทุนในการฝึกอบรมบุคลากร และการเลือก ระบบดิจิทัลที่สามารถบูรณาการเข้ากับระบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้ การจัดการทรัพยากรอาคารสามารถขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายด้านความยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

แนวทางการวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนากรอบแนวคิด และโมเดลต้นแบบสำหรับการนำ เทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในงาน FM ให้เหมาะสมกับลักษณะเฉพาะของแต่ละประเภทอาคาร เช่น อาคารสำนักงาน โรงพยาบาล หรือสถาบันการศึกษา นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมจากการนำ เทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ เพื่อประเมินความคุ้มค่าในระยะยาวอย่างครอบคลุม รวมถึงการวิจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ในระดับบุคคลและองค์กร เพื่อหาวิธีส่งเสริมการนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างแพร่หลาย อีกทั้งยังควรมีการพัฒนาแนวทาง บูรณาการระหว่างข้อมูลจากระบบ FM กับระบบอื่น เช่น ระบบพลังงานอัจฉริยะ หรือระบบความปลอดภัยในอาคาร เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมและส่งเสริมการจัดการอาคารอย่างยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม

## References

- Ariffin, K. Md., Milala, S. I., & Kasim, R. (2022). Facilities management business opportunities. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 13(2), 258–267. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/11298>
- Atkin, B., & Brooks, A. (2021). *Total facility management* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Bouabdallaoui, Y., Lafhaj, Z., Yim, P., Ducoulombier, L., & Bennadji, B. (2020). Natural language processing model for managing maintenance requests in buildings. *Buildings*, 10(9), 160. <https://doi.org/10.3390/buildings10090160>
- Hafner, M., van Stolk, C., Saunders, C. L., Krapels, J., & Baruch, B. (2015). *Health, wellbeing and productivity in the workplace: A Britain's Healthiest Company summary report*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR1084.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1084.html)
- Hose, K., Karnstedt, M., Klan, D., Sattler, K.-U., & Quasebarth, J. (2007). Incremental mining for facility management. In *Conference: LWA 2007: Lernen – Wissen – Adaption*, Halle, September 2007, Workshop Proceedings. [https://www.researchgate.net/publication/221146959\\_Incremental\\_Mining\\_for\\_Facility\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/221146959_Incremental_Mining_for_Facility_Management)
- International Facility Management Association (IFMA). (2025). *What is facility management?*. <https://www.ifma.org/about/what-is-fm/>
- Korke, P., Gobinath, R., Shewale, M.B., & Khartode, B. (2023). Role of artificial intelligence in construction project management. In *E3S Web of Conferences*, 405, Article 04012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340504012>

- Lee, Y.-W., Seo, B.-S., Kim, C.-W., Kim, K.-H., Park, Y.-H., & Shin, C.-S. (2011). Implementation of facility management system for plant factory. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 16(2), 141-151. <https://doi.org/10.9708/jksoci.2011.16.2.141>
- Lin, Y.-C., & Su, Y.-C. (2013). Developing mobile- and BIM-based integrated visual facility maintenance management system. *The Scientific World Journal*, 2013, Article 124249. <https://doi.org/10.1155/2013/124249>
- Marzouk, M., & Zaher, M. (2020). Artificial intelligence exploitation in facility management using deep learning. *Construction Innovation*, 20(4), 609-624. <https://doi.org/10.1108/CI-03-2020-0024>
- Mordor Intelligence. (2024). *Thailand facility management market – Growth, trends, and forecasts (2024–2030)*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/thailand-facility-management-market>
- Pedral Sampaio, R., Aguiar Costa, A., & Flores-Colen, I. (2022). A systematic review of artificial intelligence applied to facility management in the building information modeling context and future research directions. *Buildings*, 12(11), 1939. <https://doi.org/10.3390/buildings12111939>
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook, a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (3rd ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
- Thongmar, T., & Pasunon, P. (2014). Factors that affect management facility management: of grade a offices commercial offices in the central business district of Bangkok case Abulrahim Building. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 7(2), 14-33. <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/27261>
- Victor, N. O. C. (2023). *The application of artificial intelligence for construction project planning* [Master's thesis, University of Johannesburg]. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2801695/v1