

Research article

การบูรณาการเทคโนโลยี Building Information Modeling (BIM) เข้ากับนโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้าง: การวิเคราะห์เชิงระบบในบริบทประเทศไทย Integrating Building Information Modeling (BIM) into Public Construction Policy: A Systems-Based Analysis in the Thai Context

ขจรศักดิ์ เจ้ากรมทอง¹

Kajohnsak Chaokromthong¹

Received: 23 September 2025 | Revised: 10 February 2026 | Accepted: 16 February 2026

<https://doi.org/10.55003/acaad.2026.283010>

บทคัดย่อ

การก่อสร้างภาครัฐเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ แต่ในทางปฏิบัติกลับเผชิญกับปัญหาเชิงโครงสร้างที่สะสมมาอย่างยาวนาน ไม่ว่าจะเป็นความล่าช้า งบประมาณบานปลาย ความไม่โปร่งใสในการจัดซื้อจัดจ้าง ตลอดจนผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการก่อสร้าง ปัญหาเหล่านี้สะท้อนถึงข้อจำกัดของระบบการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างภาครัฐที่ยังพึ่งพากระบวนการแบบแยกส่วนและข้อมูลเชิงเอกสารเป็นหลัก ขณะเดียวกัน แนวโน้มการเปลี่ยนผ่านสู่รัฐบาลดิจิทัลและการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ผลักดันให้หลายประเทศนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เป็นกลไกเชิงนโยบาย หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในระดับนานาชาติคือ Building Information Modeling (BIM) ซึ่งเดิมถูกพัฒนาเพื่อสนับสนุนการออกแบบและการก่อสร้างในเชิงเทคนิค แต่ต่อมาได้ถูกยกระดับบทบาทให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านข้อมูลและเครื่องมือเชิงนโยบายในหลายประเทศ อย่างไรก็ตาม ในบริบทประเทศไทย การใช้ BIM ยังคงอยู่ในลักษณะการส่งเสริมและทดลองใช้ในระดับโครงการ มากกว่าการบูรณาการอย่างเป็นระบบในระดับนโยบายสาธารณะ งานวิจัยนี้จึงมุ่งตอบโจทย์ข้อกว้างดังกล่าว โดยวิเคราะห์บทบาทของ BIM ในฐานะเครื่องมือเชิงนโยบายภายใต้กรอบการคิดเชิงระบบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ (1) วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวทางการบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) เข้ากับนโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้าง (2) อธิบายบทบาทของ BIM ในฐานะเครื่องมือเชิงนโยบายที่ส่งผลต่อโครงสร้างการกำกับดูแลภาครัฐในระดับระบบ และ (3) เสนอกรอบแนวคิดและข้อเสนอเชิงนโยบายที่เหมาะสมกับบริบทประเทศไทย โดยใช้กรอบแนวคิด Systems Thinking ร่วมกับ Policy Cycle Model เป็นฐานในการวิเคราะห์ เพื่อยกระดับการมอง BIM จากเครื่องมือทางเทคนิคไปสู่กลไกเชิงนโยบายที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการกำกับดูแลอย่างเป็นระบบ

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยอาศัยการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) และการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ เอกสารที่นำมาศึกษาประกอบด้วย วรรณกรรม

¹ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

¹ Department of Architecture, Faculty of Architecture, Kasem Bundit University

* ผู้รับผิดชอบประสานงาน (Corresponding Author) อีเมล: kajohnsak.cha@kbu.ac.th

วิชาการจากฐานข้อมูลสากล เอกสารนโยบายและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ BIM ในต่างประเทศ มาตรฐานสากลด้าน BIM เช่น ISO 19650, IFC และ COBie รวมถึงกรณีศึกษาการบังคับใช้ BIM ในระดับนโยบายของประเทศต่าง ๆ เช่น สหราชอาณาจักร สิงคโปร์ สหภาพยุโรป และอิตาลี กระบวนการวิเคราะห์เริ่มจากการเข้ารหัสข้อมูลแบบเปิดเพื่อระบุแนวคิดสำคัญ จากนั้นจัดกลุ่มข้อมูลเป็นหมวดหมู่และพัฒนาเป็นธีมหลักผ่านการเข้ารหัสเชิงแกน ผลการวิเคราะห์ถูกนำมาสังเคราะห์ภายใต้กรอบ Systems Thinking โดยมองว่า BIM เป็นระบบย่อยที่ฝังตัวอยู่ในระบบนโยบายสาธารณะ และเชื่อมโยงกับวัฏจักรนโยบายตั้งแต่การกำหนดวาระ การออกแบบนโยบาย การนำนโยบายไปปฏิบัติ ไปจนถึงการประเมินผล

ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการ BIM เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะสามารถสังเคราะห์ออกเป็นสามมิติหลักที่เชื่อมโยงกันในระดับระบบ ได้แก่ (1) มิติด้านประสิทธิภาพ (Efficiency) ซึ่ง BIM ทำหน้าที่เป็นกลไกเชิงโครงสร้างที่ช่วยลดความไม่แน่นอนด้านต้นทุน เวลา และคุณภาพ ผ่านการกำหนดมาตรฐานข้อมูลดิจิทัลและการประสานงานตลอดวัฏจักรโครงการ (2) มิติด้านความยั่งยืน (Sustainability) ซึ่ง BIM ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างข้อมูลกลางที่สนับสนุนการประเมินวัฏจักรชีวิตอาคาร การจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว และการเชื่อมโยงนโยบายการก่อสร้างเข้ากับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและเป้าหมาย Net Zero และ (3) มิติด้านการปฏิบัติตามกฎหมายและการกำกับดูแล (Regulatory Compliance) ซึ่ง BIM ช่วยยกระดับกระบวนการกำกับดูแลจากการตรวจสอบเชิงเอกสารและดุลพินิจของเจ้าหน้าที่ ไปสู่การกำกับดูแลที่อาศัยข้อมูลและกฎเกณฑ์เชิงดิจิทัล เช่น การตรวจสอบข้อกำหนดอัตโนมัติและแพลตฟอร์มการยื่นแบบดิจิทัล ผลการวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นว่า ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการใช้ BIM ในระดับนโยบายล้วนมีกรอบกฎหมาย มาตรฐาน และโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกัน

สรุปผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า Building Information Modeling (BIM) ไม่ควรถูกมองเพียงเป็นเทคโนโลยีสนับสนุนการออกแบบหรือการก่อสร้าง แต่ควรถูกยกระดับให้เป็นเครื่องมือเชิงนโยบายและกลไกเชิงระบบของรัฐ การบูรณาการ BIM เข้าสู่นโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้างสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ความโปร่งใส และความยั่งยืนของโครงการก่อสร้างภาครัฐได้อย่างเป็นรูปธรรม สำหรับบริบทประเทศไทย งานวิจัยเสนอให้มีการกำหนดกรอบกฎหมายและมาตรฐาน BIM ระดับชาติ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลกลาง เช่น National Common Data Environment การพัฒนาศักยภาพบุคลากรอย่างเป็นระบบ และการเชื่อมโยง BIM เข้ากับนโยบายด้านความยั่งยืนและการลดการปล่อยคาร์บอนในระยะยาว การดำเนินการดังกล่าวจะช่วยยกระดับระบบการกำกับดูแลการก่อสร้างภาครัฐของไทยให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในอนาคต

คำสำคัญ: Building Information Modeling (BIM) นโยบายสาธารณะ ประสิทธิภาพ ความยั่งยืน การกำกับดูแล

Abstract

Public construction plays a critical role in national economic and social development; however, in practice, it continues to face persistent structural challenges, including project delays, cost overruns, fragmented coordination, limited transparency in public procurement, and significant environmental impacts. These challenges reflect the limitations of conventional public construction management systems that rely heavily on document-based processes and siloed decision-making. At the same time, global transitions toward digital government and sustainable development have encouraged many countries to adopt digital technologies as policy instruments rather than merely technical tools. Among these technologies, Building Information Modeling (BIM) has gained international recognition for its ability to integrate and manage building data across the entire project life cycle. While BIM was originally developed as a technical solution to improve design and construction processes, several countries have progressively

elevated its role to that of a policy instrument and national digital infrastructure for public construction governance. In Thailand, however, BIM adoption remains largely at the project or organizational level, characterized by voluntary use and pilot initiatives rather than systematic integration into public construction policy. This situation reveals a critical research gap concerning the role of BIM as a policy instrument within the Thai public-sector context.

The objectives of this study are threefold: (1) to analyze and synthesize approaches for integrating Building Information Modeling (BIM) into public construction policy frameworks; (2) to conceptualize BIM as a policy instrument that influences public construction governance at the system level rather than merely at the project level; and (3) to propose a conceptual framework and policy recommendations suitable for the Thai context. To achieve these objectives, the study adopts Systems Thinking in conjunction with the Policy Cycle Model as its analytical foundation. This combined framework allows BIM to be examined not only as a technological innovation but also as a subsystem embedded within the broader public policy system, supporting efficiency, sustainability, and regulatory governance throughout the policy cycle.

This research employs a qualitative methodology based on documentary research, content analysis, and comparative analysis. The data sources include academic literature from international databases, public policy documents and legal frameworks related to BIM adoption, international BIM standards such as ISO 19650, IFC, and COBie, and policy-level BIM implementation case studies from selected countries, including the United Kingdom, Singapore, the European Union, and Italy. The analytical process begins with open coding to identify key concepts related to BIM's policy functions, followed by axial coding to organize these concepts into categories and overarching themes. The findings are then synthesized using a systems-based perspective, in which BIM is conceptualized as a subsystem interacting with legal frameworks, institutional arrangements, digital infrastructure, and policy objectives across different stages of the policy cycle, including agenda setting, policy formulation, implementation, and evaluation.

The results of the study indicate that the integration of BIM into public construction policy can be systematically understood through three interrelated dimensions. The first dimension is Efficiency. At the policy level, BIM functions as a structural mechanism that reduces uncertainty in public decision-making by improving cost control, schedule reliability, and design quality through standardized digital information and coordinated workflows. International case studies demonstrate that efficiency gains are not derived from technology alone but from the enforcement of shared standards and regulatory mandates that embed BIM into routine public-sector practices. The second dimension is Sustainability. BIM serves as a central data infrastructure that enables governments to integrate environmental objectives—such as life cycle assessment, energy performance analysis, and green public procurement—into policy design and monitoring processes. By transforming sustainability from an abstract policy goal into a measurable and operationalized mechanism, BIM supports long-term environmental governance and alignment with global sustainability agendas. The third dimension is Regulatory Compliance and Governance. The findings show that BIM has the potential to shift public construction governance from discretionary, document-based inspection toward data-driven and rule-based regulation. Through automated rule checking, digital

submission platforms, and real-time compliance monitoring, BIM strengthens transparency, accountability, and consistency in regulatory oversight.

Overall, the findings suggest that countries with successful policy-level BIM adoption share common enabling conditions, including clear legal mandates, standardized data frameworks, robust national digital infrastructure, and sustained capacity-building initiatives. In contrast, fragmented or voluntary approaches tend to limit BIM's transformative potential and confine its benefits to isolated projects.

In conclusion, this study argues that Building Information Modeling (BIM) should not be regarded merely as a technical tool for design and construction but as a systemic policy instrument capable of reshaping public construction governance. Integrating BIM into public construction policy enhances efficiency, supports sustainability objectives, and strengthens regulatory compliance through data-driven governance mechanisms. For Thailand, the study proposes that effective BIM integration requires the establishment of a clear legal and regulatory framework, the adoption of international BIM standards as national benchmarks, the development of a National Common Data Environment, and systematic investment in human capacity development. Furthermore, aligning BIM implementation with national sustainability policies and long-term carbon reduction targets can amplify its policy impact. By adopting a systems-based and policy-oriented approach to BIM, Thailand can strengthen transparency, accountability, and performance in public construction governance while advancing toward international standards and sustainable development goals.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), public policy, efficiency, sustainability, regulatory compliance

1. บทนำ

อุตสาหกรรมการก่อสร้างเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ แต่ในหลายกรณียังคงประสบปัญหาด้านประสิทธิภาพ ความล่าช้า งบประมาณบานปลาย และคุณภาพที่ไม่สอดคล้องกับมาตรฐาน (Nielsen et al., 2024) ขณะเดียวกัน การใช้ทรัพยากรที่สิ้นเปลืองและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการก่อสร้างได้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืนในระยะยาว (GhaffarianHoseini et al., 2017) ปัญหาเหล่านี้สะท้อนถึงความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงกระบวนการก่อสร้างให้มีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา Building Information Modeling (BIM) ได้รับการพัฒนาเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลสำคัญที่ช่วยบูรณาการข้อมูลตลอดวงจรชีวิตอาคาร ตั้งแต่การออกแบบ ก่อสร้าง จนถึงการบริหารจัดการอาคาร (Sacks et al., 2025) งานวิจัยจำนวนมากชี้ว่า BIM ช่วยลดความผิดพลาดและเพิ่มความแม่นยำด้านต้นทุนและเวลา (Azhar, 2011) สนับสนุนการออกแบบที่ยั่งยืนผ่านการประเมินวัฏจักรชีวิตอาคาร (Soust-Verdaguer et al., 2017) และยังสามารถเชื่อมโยงกับระบบตรวจสอบกฎหมายอาคารโดยอัตโนมัติ (Wu et al., 2023; Zhang et al., 2024)

ต่างประเทศหลายแห่งได้ผลักดันการใช้ BIM ผ่านกรอบนโยบายสาธารณะ เช่น สหราชอาณาจักร ที่ออก UK BIM Mandate (UK Cabinet Office, 2011) สิงคโปร์ ที่ใช้ Singapore BIM Roadmap และระบบ CORENET e-Submission (Building and Construction Authority, 2015) และ ตามกฎหมายจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐอิตาลี (Codice dei Contratti Pubblici) เริ่มตั้งแต่ 1 มกราคม 2025 การใช้ Building Information Modeling (BIM) เป็นข้อบังคับสำหรับการประกวดราคาภาครัฐที่มีมูลค่างานเกินระดับที่กำหนด เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพ ความโปร่งใส และการบริหารข้อมูลดิจิทัลในโครงการ

(Koka et al., 2025) งานวิจัยของ Kassem and Succar (2017) ยังเน้นว่า การบังคับใช้ BIM ในระดับนโยบาย (Macro-BIM adoption) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อุตสาหกรรมยกระดับอย่างรวดเร็ว ขณะที่ งานของ Volk et al. (2014), and Nielsen et al. (2024) สะท้อนว่าการบูรณาการ BIM กับกรอบนโยบายยังต้องอาศัยโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลและมาตรฐานสากลเพื่อสร้าง interoperability

เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่มีการบังคับใช้ BIM ในระดับนโยบายอย่างเป็นระบบ จะเห็นได้ว่าประเทศไทยยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นของ Agenda Setting ตามกรอบ Policy Cycle Model (Howlett et al., 2020) ซึ่งประเทศไทยยังอยู่ในช่วงการส่งเสริมและทดลองใช้ BIM มากกว่าการบังคับใช้ผ่านกรอบกฎหมายอย่างชัดเจน แม้ว่าจะมีแนวทางและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องในบางหน่วยงาน แต่การนำ BIM มาใช้ยังมีลักษณะกระจัดกระจายและขาดกลไกการกำกับดูแลในระดับชาติ

แม้ว่าการศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ Building Information Modeling (BIM) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบ การก่อสร้าง และการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างอย่างกว้างขวาง แต่งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการศึกษาในเชิงเทคนิคหรือเชิงปฏิบัติการในระดับโครงการ (project-level implementation) มากกว่าการวิเคราะห์บทบาทของ BIM ในฐานะเครื่องมือเชิงนโยบาย (policy instrument) ในระดับมหภาค (Azhar, 2011; Eadie et al., 2015) งานศึกษาที่พิจารณา BIM ในมิติของการกำหนดนโยบายสาธารณะ การกำกับดูแล และการตัดสินใจเชิงนโยบายในระดับระบบยังมีจำนวนจำกัด โดยเฉพาะงานที่เชื่อมโยง BIM เข้ากับกรอบการคิดเชิงระบบและการบริหารนโยบายในระดับประเทศ (Kassem & Succar, 2017) ช่องว่างดังกล่าวยิ่งปรากฏชัดในบริบทของประเทศไทยกำลังพัฒนา เช่น ประเทศไทย ซึ่งยังขาดกรอบนโยบายและกลไกเชิงสถาบันที่รองรับการใช้ BIM อย่างเป็นทางการในภาครัฐ

งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษา โดยวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวทางการบูรณาการ BIM เข้ากับนโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้าง ผ่านกรอบแนวคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และวัฏจักรนโยบาย (Policy Cycle Model) เพื่อยกระดับการใช้ BIM จากเครื่องมือทางเทคนิคไปสู่กลไกเชิงนโยบายที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการกำกับดูแลในระดับประเทศอย่างเป็นระบบ (Cabrera et al., 2015; Howlett et al., 2020)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์แนวทางการบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้าง โดยใช้กรอบแนวคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และวัฏจักรนโยบาย (Policy Cycle Model) เป็นฐานในการวิเคราะห์ เพื่อยกระดับการมอง BIM จากเครื่องมือทางเทคนิคไปสู่เครื่องมือเชิงนโยบายที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการกำกับดูแลในระดับประเทศ

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ระบบและพัฒนาการของ BIM BIM หมายถึงกระบวนการสร้าง จัดการ และแลกเปลี่ยนข้อมูลเชิงดิจิทัลของอาคารหรือโครงสร้างพื้นฐานตลอดวงจรชีวิต ตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง จนถึงการใช้งานและการรื้อถอน (Sacks et al., 2025)

ความแตกต่างจากการออกแบบแบบ 2D CAD คือ BIM สามารถเชื่อมโยงข้อมูลแบบหลายมิติ (3D-7D) ได้แก่ มิติด้านกายภาพ (3D) เวลา (4D) ต้นทุน (5D) ความยั่งยืนและสิ่งแวดล้อม (6D) และการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก (7D) (Succar, 2009)

งานวิจัยนี้ไม่ได้มุ่งเน้นการอธิบายรายละเอียดทางเทคนิคของ Building Information Modeling (BIM) ในเชิงลึก หากแต่ให้ความสำคัญกับบทบาทของ BIM ในฐานะโครงสร้างข้อมูลและกลไกเชิงสถาบันที่สามารถเชื่อมโยงเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการกำหนดนโยบายสาธารณะ การกำกับดูแล และการตัดสินใจของภาครัฐในระดับระบบ (system-level governance) มุมมองดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการยกระดับ BIM จากการใช้งานในระดับโครงการไปสู่การบริหารจัดการ

และการกำกับดูแลในระดับมหภาค ซึ่งเน้นบทบาทของ BIM ในฐานะโครงสร้างพื้นฐานเชิงนโยบายมากกว่าการเป็นเพียงเครื่องมือทางเทคนิค (Kassem & Succar, 2017) นอกจากนี้ งานวิจัยด้านการก่อสร้างภาครัฐยังชี้ให้เห็นว่า BIM สามารถทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มความโปร่งใสและประสิทธิภาพของการกำกับดูแลผ่านการใช้ข้อมูลดิจิทัลและมาตรฐานร่วมกันอย่างเป็นระบบ (Eadie et al., 2015) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงนโยบายที่มองการกำกับดูแลเป็นกระบวนการในระดับระบบมากกว่าการจัดการเชิงเทคนิคเพียงอย่างเดียว (Howlett et al., 2020)

BIM ยังได้รับการพัฒนาพร้อมกับเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูง เช่น Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI) และ Digital Twin ซึ่งทำให้เกิดการประมวลผลข้อมูลแบบ real-time เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายที่แม่นยำยิ่งขึ้น (Volk et al., 2014) นอกจากนี้ BIM ยังเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เช่น Life Cycle Assessment (LCA) และ Environmental Product Declarations (EPDs) ซึ่งช่วยให้การออกแบบและการกำกับดูแลโครงการสอดคล้องกับเป้าหมายความยั่งยืน (Wong & Zhou, 2015)

การผลักดัน Building Information Modeling (BIM) ให้เกิดการใช้อย่างแพร่หลายนั้นจำเป็นต้องอาศัยการสนับสนุนเชิงนโยบายและกรอบการกำกับดูแลของภาครัฐ (Sackey et al., 2015) โดยเฉพาะในโครงการก่อสร้างภาครัฐ ตัวอย่างเช่น การศึกษาการนำ BIM มาใช้ในบริบทสหราชอาณาจักรพบว่า การกำหนดนโยบายและกรอบมาตรฐานระดับประเทศมีบทบาทสำคัญในการเร่งรัดการใช้งาน BIM ตลอดวัฏจักรโครงการก่อสร้าง (Eadie et al., 2015) ขณะเดียวกัน งานวิจัยเชิงทบทวนยังชี้ให้เห็นว่าการที่ภาครัฐมีบทบาทเชิงรุกในการกำหนดทิศทางการใช้ BIM สามารถสนับสนุนเป้าหมายด้านความยั่งยืนและประสิทธิภาพของโครงการก่อสร้างได้อย่างเป็นรูปธรรม (Wong & Zhou, 2015)

ในบริบทของการกำหนดนโยบายสาธารณะ Building Information Modeling (BIM) สามารถถูกมองว่าเป็นเครื่องมือเชิงนโยบาย (policy instrument) มากกว่าที่จะเป็นเพียงเทคโนโลยีสนับสนุนการออกแบบหรือการก่อสร้าง เนื่องจาก BIM ทำหน้าที่เป็นกลไกเชิงสถาบันที่กำหนดมาตรฐานการทำงาน การแลกเปลี่ยนข้อมูล และระดับความโปร่งใสในกระบวนการใช้จ่ายงบประมาณภาครัฐ การบังคับใช้ BIM ผ่านกฎหมาย มาตรฐาน หรือข้อกำหนดของรัฐจึงส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมของหน่วยงานภาครัฐและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการยกระดับ BIM จากการใช้งานในระดับโครงการไปสู่การกำกับดูแลในระดับระบบ (Kassem & Succar, 2017) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นบทบาทของ BIM ในการเพิ่มความโปร่งใสและประสิทธิภาพของการกำกับดูแลโครงการภาครัฐ (Eadie et al., 2015) และสอดคล้องกับแนวคิดเชิงนโยบายที่มองเครื่องมือของรัฐเป็นกลไกสำคัญในการกำหนดพฤติกรรมและผลลัพธ์เชิงนโยบาย (Howlett et al., 2020)

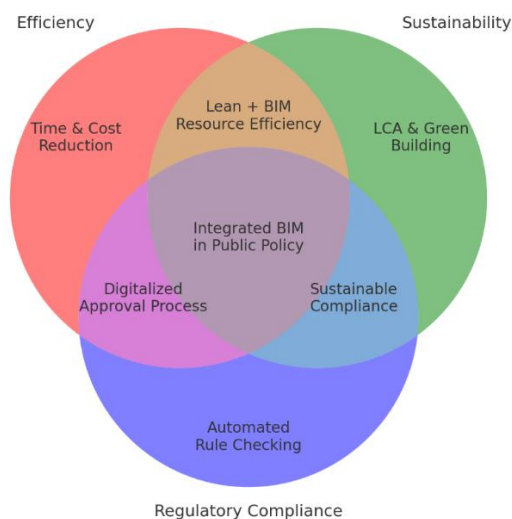
BIM กับความยั่งยืน BIM มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุน Sustainable Construction โดยเชื่อมโยงกับเครื่องมือวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น LCA และมาตรฐานอาคารเขียว (LEED, BREEAM) (Wong & Zhou, 2015) งานวิจัยใหม่ยังชี้ว่า BIM สามารถสนับสนุนการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) โดยเฉพาะ SDG 11 “Sustainable Cities and Communities” (United Nations, 2015) BIM กับการปฏิบัติตามกฎหมาย (Regulatory Compliance) อีกหนึ่งศักยภาพสำคัญของ BIM คือการตรวจสอบการปฏิบัติตามกฎหมายอาคารและมาตรฐานความปลอดภัย ผ่านระบบ Automated Rule Checking ที่สามารถแปลงข้อกำหนดเป็นกฎเชิงตรรกะและตรวจสอบในโมเดลได้โดยอัตโนมัติ (Wu et al., 2023)

กรอบทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การวิเคราะห์และการบูรณาการ BIM เข้ากับนโยบายสาธารณะมีความเป็นระบบ งานวิจัยนี้ใช้สองกรอบทฤษฎีหลักคือ

1) Systems Thinking – มองว่า BIM เป็น “ระบบย่อย” ที่บูรณาการเข้าสู่ระบบนโยบายสาธารณะ โดยมี Input (กฎหมาย มาตรฐาน ข้อมูลโครงการ) Process (การจัดการข้อมูล BIM และการตรวจสอบกฎระเบียบ) Output (การก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน) และ Feedback (การประเมินและปรับปรุงนโยบาย) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Cabrera et al. (2015) ที่ชี้ว่าระบบที่มีการป้อนกลับจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบแยกส่วน ในงานวิจัยนี้ แนวคิด Systems Thinking

ถูกนำมาใช้เป็นการรอบในการวิเคราะห์เชิงนโยบาย โดยมองว่า Building Information Modeling (BIM) เป็น “ระบบย่อย” (subsystem) ที่ฝังตัวอยู่ภายในระบบนโยบายสาธารณะด้านการก่อสร้าง ซึ่งระบบดังกล่าวประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า (เช่น กฎหมาย มาตรฐาน และข้อมูลโครงการ) กระบวนการ (การจัดการข้อมูล การประสานงาน และการตรวจสอบข้อกำหนด) และผลลัพธ์ (ประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และความโปร่งใส) การมอง BIM ในลักษณะนี้สอดคล้องกับแนวคิดเชิงระบบที่เน้นการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยและผลกระทบเชิงโครงสร้างของการเปลี่ยนแปลงในระดับระบบมากกว่า การพิจารณาองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งแยกส่วน (Cabrera et al., 2015) ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้ Systems Thinking ในการวิเคราะห์นโยบายยังช่วยให้สามารถเชื่อมโยงบทบาทของเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการกำหนดและการดำเนินนโยบายสาธารณะได้อย่างเป็นระบบ (Howlett et al., 2020)

2) Policy Cycle Model (Howlett et al., 2020) ใช้อธิบายการบูรณาการ BIM ในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรนโยบาย ได้แก่ Agenda Setting, Policy Formulation, Policy Implementation, Policy Evaluation ซึ่งช่วยให้เห็นชัดเจนว่าการผลักดัน BIM ต้องการกลไกทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติในแต่ละขั้นตอน การใช้ Policy Cycle Model ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์บทบาทของ Building Information Modeling (BIM) ในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรนโยบาย ตั้งแต่การกำหนดวาระนโยบาย (agenda setting) การออกแบบนโยบาย (policy formulation) การนำนโยบายไปปฏิบัติ (policy implementation) ไปจนถึงการประเมินผล (policy evaluation) ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดการวิเคราะห์นโยบายที่มองนโยบายเป็นกระบวนการต่อเนื่อง (Howlett et al., 2020) การวิเคราะห์ในลักษณะนี้ช่วยให้เห็นว่า BIM สามารถสนับสนุนการตัดสินใจเชิงนโยบายและการกำกับดูแลภาครัฐได้แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน ไม่ใช่เพียงในช่วงการดำเนินโครงการเท่านั้น (Eadie et al., 2015)



รูปที่ 1 แผนภาพ ของการบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะ

Figure 1 Diagram of Building Information Modeling (BIM) Integration into the Public Policy Framework

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า BIM ไม่ได้เป็นเพียงนวัตกรรมด้านวิศวกรรม แต่เป็น เครื่องมือเชิงกลยุทธ์ที่รัฐสามารถบูรณาการเข้ากับนโยบายสาธารณะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการก่อสร้าง ส่งเสริมความยั่งยืน และเสริมความเข้มแข็งของระบบกฎหมายและการตรวจสอบ

4. วิธีการวิจัย เครื่องมือวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative research) ที่มุ่งเน้นการวิเคราะห์และสังเคราะห์เชิงนโยบาย โดยใช้การวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) และการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (comparative analysis) เพื่อทำความเข้าใจบทบาทของ Building Information Modeling (BIM) ในฐานะกลไกเชิงนโยบายในบริบทการก่อสร้างภาครัฐ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการวิจัยเชิงนโยบายที่เน้นการสังเคราะห์เชิงแนวคิดจากหลักฐานเชิงเอกสารมากกว่าการทดสอบสมมติฐานเชิงปริมาณ (Howlett et al., 2020) งานวิจัยไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมมติฐานเชิงปริมาณ แต่เน้นการสร้างกรอบการตีความเชิงทฤษฎีและเชิงนโยบายจากหลักฐานเชิงเอกสาร

การคัดเลือกเอกสารใช้เกณฑ์การคัดเลือก (inclusion criteria) ได้แก่ (1) เอกสารทางวิชาการและเอกสารนโยบายที่เกี่ยวข้องกับ BIM นโยบายสาธารณะ ความยั่งยืน และการปฏิบัติตามกฎหมาย (2) เอกสารที่นำเสนอกรณีศึกษาการบังคับใช้ BIM ในระดับนโยบายหรือระดับประเทศ และ (3) เอกสารที่เผยแพร่ในช่วงเวลาที่สะท้อนบริบทการพัฒนา BIM ในยุคดิจิทัล ขณะเดียวกัน เอกสารที่มีเนื้อหาเชิงเทคนิคเฉพาะโครงการหรือขาดการเชื่อมโยงกับกรอบนโยบายสาธารณะถูกตัดออกจากการวิเคราะห์ (exclusion criteria) ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการคัดเลือกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์เชิงระบบในงานวิจัยด้านการกำกับดูแลและการจัดการภาครัฐ (Cabrera et al., 2015)

แหล่งข้อมูล เอกสารกฎหมายและนโยบาย เช่น Directive 2014/24/EU ของสหภาพยุโรป, Singapore BIM Roadmap และพระราชบัญญัติ BIM ของอิตาลี มาตรฐานสากลด้าน BIM เช่น ISO 19650, IFC (Industry Foundation Classes) และ COBie (Construction Operations Building Information Exchange) วรรณกรรมและงานวิจัยวิชาการจากฐานข้อมูล Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink และ ThaiJO ครอบคลุมหัวข้อ BIM, Policy Integration, Sustainability และ Regulatory Compliance เช่น สหราชอาณาจักรเป็นหนึ่งในประเทศแรกที่มีผลักดันการใช้ BIM ในโครงการก่อสร้างภาครัฐอย่างเป็นระบบ โดยการกำหนดนโยบายและกรอบมาตรฐานระดับประเทศได้มีบทบาทสำคัญในการเร่งรัดการนำ BIM มาใช้ตลอดวัฏจักรโครงการก่อสร้าง (Eadie et al., 2015)

ขั้นตอนการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) สืบค้นบทความ วารสาร หนังสือ และเอกสารนโยบายที่เกี่ยวข้อง คัดเลือกเอกสารที่สอดคล้องกับคำหลัก (keywords) ได้แก่ BIM, Public Policy, Efficiency, Sustainability, Compliance กระบวนการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเริ่มจากการอ่านเอกสารอย่างรอบด้านเพื่อทำความเข้าใจบริบทโดยรวม จากนั้นดำเนินการเข้ารหัสข้อมูลแบบเปิด (open coding) เพื่อระบุแนวคิดสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของ Building Information Modeling (BIM) ในเชิงนโยบาย แนวคิดที่มีความสัมพันธ์กันถูกจัดกลุ่มผ่านการเข้ารหัสเชิงแกน (axial coding) เพื่อสร้างหมวดหมู่ (categories) และพัฒนาไปสู่ธีมหลัก (themes) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สอดคล้องกับแนวทางการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Braun & Clarke, 2006) ธีมที่ได้ถูกเชื่อมโยงกับมิติการวิเคราะห์หลักของงานวิจัย ได้แก่ ประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการกำกับดูแล ซึ่งช่วยให้สามารถสังเคราะห์รูปแบบ (patterns) และความสัมพันธ์เชิงนโยบายที่ปรากฏซ้ำในกรณีศึกษาต่างประเทศได้อย่างเป็นระบบ (Cabrera et al., 2015)

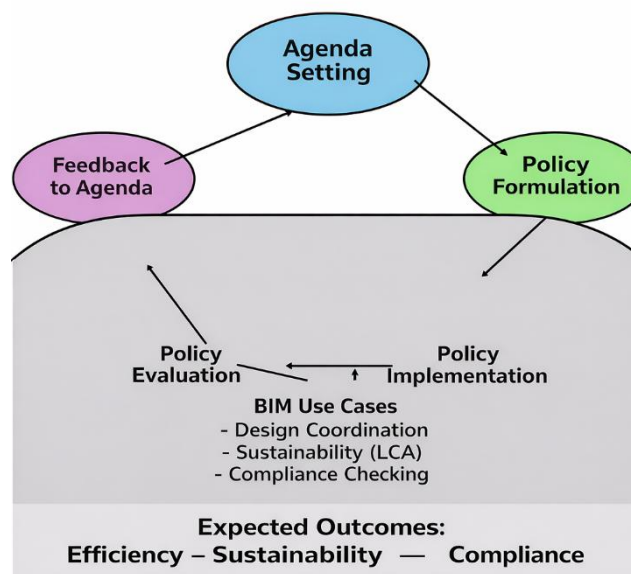
การจัดหมวดหมู่และสร้างธีม (Categorization & Theming) จัดกลุ่มหมวดหมู่ภายใต้ 3 มิติหลักของการวิจัย Efficiency (ประสิทธิภาพ) เช่น ลดเวลา ลดต้นทุน, clash detection Sustainability (ความยั่งยืน) เช่น LCA, Green Building Standards Regulatory Compliance (การปฏิบัติตามกฎหมาย) เช่น Automated Rule Checking, CORENET วิเคราะห์การบูรณาการนโยบายในแต่ละประเทศ (UK, Singapore, Italy, EU) เพื่อนำมาเปรียบเทียบ

การสังเคราะห์เชิงนโยบาย (Policy Synthesis) ใช้ผลการวิเคราะห์ธีมมาจัดทำข้อเสนอเชิงนโยบาย โดยอ้างอิง Policy Cycle Model (Howlett et al., 2020) กำหนดข้อเสนอในระดับกฎหมาย มาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐาน และการพัฒนาบุคลากร

เพื่อเสริมสร้างความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย (trustworthiness) งานวิจัยนี้ใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลจากหลายแหล่ง (triangulation) โดยอาศัยทั้งเอกสารเชิงนโยบาย มาตรฐานสากล และงานวิจัยทางวิชาการ นอกจากนี้ ยังมีการจัดทำ

บันทึกขั้นตอนการสืบค้น การคัดเลือก และการวิเคราะห์เอกสารอย่างเป็นระบบ (audit trail) เพื่อเพิ่มความโปร่งใสและความสามารถในการตรวจสอบซ้ำของกระบวนการวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสร้างความน่าเชื่อถือในงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Braun & Clarke, 2006)

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework) เพื่อให้การวิเคราะห์มีทิศทางชัดเจน งานวิจัยนี้ใช้ Policy Cycle Model ร่วมกับ Systems Thinking โดยมองว่า BIM เป็น “ระบบย่อย” ที่บูรณาการเข้าสู่ระบบนโยบายสาธารณะ ผ่านกลไกกฎหมาย มาตรฐาน และเครื่องมือสนับสนุน ซึ่งส่งผลต่อผลลัพธ์ในด้าน ประสิทธิภาพ (Efficiency), ความยั่งยืน (Sustainability) และ การกำกับดูแล (Compliance)



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

Figure 2 Conceptual Framework

5. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากเอกสารนโยบาย มาตรฐานสากล และกรณีศึกษาต่างประเทศสะท้อนให้เห็นรูปแบบเชิงนโยบาย (policy patterns) ที่ปรากฏซ้ำอย่างมีนัยสำคัญ การสังเคราะห์ข้อมูลทำให้สามารถจัดกลุ่มผลลัพธ์ของการบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะออกเป็นสามมิติหลัก ได้แก่ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ความยั่งยืน (Sustainability) และการกำกับดูแลตามกฎหมาย (Regulatory Compliance) ซึ่งแต่ละมิติมีบทบาทแตกต่างกันต่อโครงสร้างการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างภาครัฐ สอดคล้องกับแนวคิดการวิเคราะห์ BIM ในระดับระบบและเชิงสถาบัน (Kassem & Succar, 2017)

จากการวิเคราะห์เชิงเอกสารและการเข้ารหัสข้อมูล พบว่าการบูรณาการ BIM เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะสามารถสังเคราะห์ได้เป็นสามมิติหลัก ได้แก่ (1) ประสิทธิภาพ (Efficiency) เมื่อพิจารณาในเชิงนโยบาย ผลการวิเคราะห์สะท้อนว่า BIM ไม่ได้เพิ่มประสิทธิภาพเพียงในระดับการจัดการโครงการ แต่ทำหน้าที่เป็นกลไกเชิงโครงสร้างที่ช่วยลดความไม่แน่นอนในการตัดสินใจของภาครัฐ โดยการลดต้นทุนและระยะเวลาในกรณีศึกษาต่างประเทศไม่ได้เกิดจากเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว หากแต่เป็นผลจากการกำหนดมาตรฐานและข้อบังคับที่ทำให้การใช้ BIM กลายเป็นแนวปฏิบัติร่วมในระบบการก่อสร้างภาครัฐ (Eadie et al.,

2015) (2) ความยั่งยืน (Sustainability) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า BIM ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างข้อมูลกลางที่เอื้อให้รัฐสามารถบูรณาการเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การประเมินวัฏจักรชีวิตอาคารและการจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว เข้ากับกระบวนการกำหนดและติดตามนโยบายได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสะท้อนการเปลี่ยนความยั่งยืนจากเป้าหมายเชิงนามธรรมไปสู่กลไกเชิงปฏิบัติที่สามารถกำกับและประเมินผลได้ (Wong & Zhou, 2015) และ (3) การปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับ (Regulatory Compliance) ในมิติการกำกับดูแลตามกฎหมาย ผลการวิเคราะห์สะท้อนว่า BIM มีศักยภาพในการเปลี่ยนรูปแบบการกำกับดูแลจากระบบที่พึ่งพาการตรวจสอบเชิงเอกสารและดุลพินิจของเจ้าหน้าที่ ไปสู่การกำกับดูแลที่อาศัยข้อมูลและกฎเกณฑ์เชิงดิจิทัล (data-driven regulation) ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนา RegTech ในภาคการก่อสร้างจากกรณีศึกษาต่างประเทศ (Kassem & Succar, 2017) โดยแต่ละมิติถูกสกัดออกมาเป็น themes และ sub-themes ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

Table 1 Themes Derived from Content Analysis

มิติ (Dimension)	ธีมหลัก (Themes)	ซับธีม (Sub-themes)	กรณีศึกษาประเทศ	ผลลัพธ์สำคัญ
Efficiency (ประสิทธิภาพ)	การลดต้นทุนและเวลา	- Clash detection - 4D Scheduling - 5D Cost Estimation	UK – UK BIM Mandate (2016)	ลดค่าใช้จ่ายโครงการรัฐ ~20% และเพิ่มความโปร่งใส (UK Cabinet Office, 2011)
		- Design Coordination - Error Reduction	Singapore – Singapore BIM Roadmap	ลดเวลาออกแบบ ~30% เมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิม (BCA, 2015)
Sustainability (ความยั่งยืน)	การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม	- Life Cycle Assessment (LCA) - Energy Simulation	EU – Directive 2014/24/EU	BIM มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพด้านพลังงาน โดยช่วยให้สามารถวิเคราะห์และปรับปรุงสมรรถนะของอาคารได้ตั้งแต่ระยะออกแบบ ซึ่งส่งผลต่อการลดการใช้พลังงานตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร (Azhar, 2011)
		- Green Procurement - Carbon Reduction	Italy – Decree 560/2017, 312/2021	การใช้ BIM ร่วมกับแนวคิดการจัดซื้อจัดจ้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (green procurement) สามารถสนับสนุนการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและการปล่อยคาร์บอนของโครงการก่อสร้างภาครัฐได้ โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร (Wong & Zhou, 2015)
Regulatory Compliance (การปฏิบัติตามกฎหมาย)	การตรวจสอบอัตโนมัติ	- Automated Rule Checking - Machine-readable Codes	Singapore – CORENET e-Submission	กระบวนการอนุมัติเร็วขึ้น 25% และลดภาระงานราชการ (BCA, 2015)
		การใช้ AI/LLMs สนับสนุนกฎหมาย	งานวิจัยล่าสุด – Chen et al. (2024)	LLMs ช่วยตรวจสอบ compliance แบบ real-time ภายในโมเดล BIM

โดยสรุป ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การบูรณาการ BIM เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะก่อให้เกิดผลลัพธ์เชิงโครงสร้างในสามมิติที่เชื่อมโยงกัน ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการกำกับดูแล ผลลัพธ์เหล่านี้สะท้อนว่า BIM ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเชิงนโยบายที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการบริหารจัดการโครงการก่อสร้างภาครัฐในระดับระบบ มากกว่าการเป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุนการดำเนินงานในระดับโครงการ

6. การอภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาชี้ให้เห็นว่า การบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะไม่ได้เป็นเพียงการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการกระบวนการก่อสร้าง หากแต่เป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของระบบการกำกับดูแลและการตัดสินใจของภาครัฐ ซึ่งสอดคล้องกับการมอง BIM ในระดับเชิงระบบและเชิงสถาบันมากกว่าการใช้งานในระดับโครงการ (Kassem & Succar, 2017) ผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ในเชิงทฤษฎีและเชิงนโยบายโดยเชื่อมโยงกับแนวคิด Systems Thinking และ Policy Cycle Model ซึ่งเป็นกรอบการวิเคราะห์หลักของงานวิจัยนี้ (Cabrera et al., 2015; Howlett et al., 2020)

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่า BIM ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือเชิงเทคนิคสำหรับการออกแบบและก่อสร้าง ขณะเดียวกันระบบนี้ยังมีกลไกการป้อนกลับเพื่อใช้ในการประเมินผลและปรับปรุงนโยบายให้ทันสมัยและตอบสนองต่อปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ (Cabrera et al., 2015) เกี่ยวกับความสำคัญของ feedback loop ต่อการพัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง

เมื่อเชื่อมโยงกับ Policy Cycle Model จะพบว่า BIM มีศักยภาพที่จะถูกนำมาใช้ในทุกขั้นตอนของวงจรนโยบาย ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดวาระ การจัดทำนโยบาย การดำเนินนโยบาย หรือการประเมินผล กรณีของสหราชอาณาจักรและสิงคโปร์แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการนำ BIM เข้ามาสู่กระบวนการนโยบายทั้งในเชิงการกำหนดกฎหมายและการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลแบบรวมศูนย์ ขณะที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Succar et al. (2015), and Wong and Zhou (2015) ก็สนับสนุนข้อค้นพบนี้โดยยืนยันว่า BIM เป็นตัวเร่งการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดมาตรฐานใหม่ในการจัดการโครงการและความยั่งยืน ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ผลการศึกษานี้ไม่เพียงสอดคล้องกับงานวิจัยเดิม แต่ยังขยายกรอบการตีความไปสู่มิติการกำกับดูแลด้วยเทคโนโลยี (RegTech) ที่ได้รับการพูดถึงในงานของ Chen et al. (2024) ซึ่งยืนยันว่า BIM สามารถเป็นโครงสร้างข้อมูลกลางที่ช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ โปร่งใส และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่ชี้ว่า การบังคับใช้ Building Information Modeling (BIM) ในระดับนโยบายสามารถเร่งการยกระดับอุตสาหกรรมก่อสร้างได้อย่างมีนัยสำคัญ (Eadie et al., 2015; Kassem & Succar, 2017) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้ขยายกรอบการตีความจากการมอง BIM ในเชิงการจัดการโครงการไปสู่การมอง BIM ในฐานะเครื่องมือเชิงนโยบายที่มีผลต่อโครงสร้างการกำกับดูแลภาครัฐ ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังมีการศึกษาเชิงลึกค่อนข้างจำกัดในวรรณกรรมเดิม โดยเฉพาะในบริบทของประเทศกำลังพัฒนา

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า BIM สามารถทำหน้าที่เป็นเครื่องมือเชิงนโยบายที่ส่งผลต่อโครงสร้างการกำกับดูแลภาครัฐในสามมิติหลัก ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และการปฏิบัติตามกฎหมาย ซึ่งมีมิติเหล่านี้เชื่อมโยงกันในระดับระบบมากกว่าการทำงานในระดับโครงการเพียงอย่างเดียว (Kassem & Succar, 2017)

เมื่อพิจารณาผลการวิจัยผ่านกรอบ Systems Thinking จะเห็นว่า BIM ทำหน้าที่เป็น “ระบบย่อย” ที่เชื่อมโยงองค์ประกอบสำคัญของระบบนโยบายสาธารณะ ได้แก่ กฎหมาย มาตรฐาน กระบวนการบริหารจัดการ และผลลัพธ์เชิงนโยบาย การบูรณาการ BIM ในลักษณะนี้ช่วยสร้างวงจรป้อนกลับ (feedback loop) ที่เอื้อต่อการเรียนรู้เชิงนโยบายและการปรับปรุงมาตรการกำกับดูแลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงระบบที่ชี้ว่าการมีโครงสร้างการป้อนกลับอย่างเป็นระบบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นของระบบนโยบายในระยะยาว (Cabrera et al., 2015)

การอภิปรายผลในกรอบ Policy Cycle Model ชี้ให้เห็นว่า BIM มีบทบาทแตกต่างกันในแต่ละขั้นของวัฏจักรนโยบาย ในขั้นการกำหนดวาระ (agenda setting) BIM ช่วยทำให้ปัญหาด้านประสิทธิภาพ ความล่าช้า และความโปร่งใสของโครงการก่อสร้างภาครัฐปรากฏชัดในเชิงข้อมูล ขณะที่ในขั้นการออกแบบนโยบาย (policy formulation) BIM ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลและมาตรฐานที่สนับสนุนการกำหนดข้อบังคับและมาตรการเชิงนโยบายอย่างเป็นระบบ ส่วนในขั้นการนำนโยบายไปปฏิบัติ (policy implementation) และการประเมินผล (policy evaluation) BIM เอื้อให้หน่วยงานรัฐสามารถติดตามตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์ของนโยบายได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดวัฏจักรนโยบายที่มองนโยบายเป็นกระบวนการแบบไดนามิกมากกว่าการตัดสินใจเพียงครั้งเดียว (Howlett et al., 2020)

ผลการอภิปรายยังสอดคล้องกับงานวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่า การนำ BIM มาใช้ในโครงการก่อสร้างภาครัฐสามารถสนับสนุนการยกระดับความโปร่งใสและประสิทธิภาพของการกำกับดูแล ผ่านการใช้ข้อมูลดิจิทัลและมาตรฐานร่วมกันตลอดวัฏจักรโครงการ (Eadie et al., 2015) ในมิติด้านความยั่งยืน BIM ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างข้อมูลกลางที่สนับสนุนการพิจารณาผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตอาคาร และการตัดสินใจเชิงนโยบายที่คำนึงถึงประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Green BIM และการกำกับดูแลด้านความยั่งยืนในภาคการก่อสร้าง (Wong & Zhou, 2015)

นอกจากนี้ ในมิติการปฏิบัติตามกฎหมาย (regulatory compliance) งานวิจัยล่าสุดชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการ BIM เข้ากับระบบตรวจสอบข้อกำหนดเชิงอัตโนมัติและการประมวลผลเชิงตรรกะ สามารถยกระดับกลไกการกำกับดูแลภาครัฐและลดภาระการตรวจสอบด้วยมนุษย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสะท้อนศักยภาพของ BIM ในฐานะเครื่องมือเชิงนโยบายสำหรับการกำกับดูแลเชิงดิจิทัล (Wu et al., 2023)

เมื่อพิจารณาเชิงยุทธศาสตร์ การบูรณาการ Building Information Modeling (BIM) ในนโยบายสาธารณะมีจุดแข็งสำคัญ ได้แก่ ความสามารถในการยกระดับประสิทธิภาพและความโปร่งใสของโครงการก่อสร้างภาครัฐ ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยด้านการนำ BIM ไปใช้ในภาคส่วนสาธารณะ (Eadie et al., 2015) อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านความพร้อมของหน่วยงาน กรอบกฎหมาย และทรัพยากรมนุษย์ ขณะที่โอกาสเชิงนโยบายเกิดจากการเปลี่ยนผ่านสู่รัฐบาลดิจิทัลและเป้าหมายด้านความยั่งยืนของประเทศ ส่วนความเสี่ยงสำคัญคือความไม่ต่อเนื่องของนโยบายและการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงในเชิงสถาบัน ซึ่งสะท้อนลักษณะของความท้าทายเชิงโครงสร้างในการขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะด้านเทคโนโลยี (Howlett et al., 2020)

นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้ข้อเสนอจากงานวิจัยในบริบทประเทศไทยยังต้องคำนึงถึงข้อจำกัดด้านศักยภาพบุคลากร ความพร้อมของข้อมูลดิจิทัล และความแตกต่างระหว่างหน่วยงานรัฐในระดับส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความเร็วและรูปแบบของการนำ BIM ไปใช้ในเชิงนโยบาย

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (Policy Recommendations) เพื่อให้ประเทศไทยสามารถใช้ศักยภาพของ BIM ได้อย่างเต็มที่ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ควรเน้นการสร้างมาตรการที่เป็นรูปธรรมและสามารถดำเนินการได้จริงประการแรก รัฐควรกำหนดกรอบกฎหมายที่ชัดเจนให้การใช้ BIM ในโครงการภาครัฐเป็นข้อบังคับ โดยบรรจุไว้ในพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ หรือประกาศในรูปกฎกระทรวงเพื่อให้เกิดผลบังคับใช้โดยตรง ควบคู่กับการยกระดับมาตรฐานสากล เช่น ISO 19650, IFC และ COBie ให้เป็นเกณฑ์กลางเพื่อสร้างความสอดคล้องและการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในขณะเดียวกัน ภาครัฐควรลงทุนสร้างโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลระดับชาติ โดยเฉพาะการจัดตั้ง National Common Data Environment (CDE) เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางข้อมูลกลางของโครงการภาครัฐทั้งหมด ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อน เพิ่มความโปร่งใส และเสริมความน่าเชื่อถือของกระบวนการก่อสร้าง นอกจากนี้ การพัฒนาศักยภาพบุคลากรก็เป็นสิ่งจำเป็น โดยควรมีการจัดตั้ง BIM Academy ระดับชาติ ที่ทำงานร่วมกับมหาวิทยาลัยและสภาวิชาชีพเพื่อสร้างบุคลากรที่มีทักษะด้าน BIM ใน

ระยะยาว ขณะเดียวกันก็ควรมีมาตรการสนับสนุนด้านการเงิน เช่น เงินอุดหนุนและสิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับ SMEs ที่ต้องการลงทุนในเทคโนโลยี BIM เพื่อขยายการใช้งานให้ทั่วถึงมากขึ้น

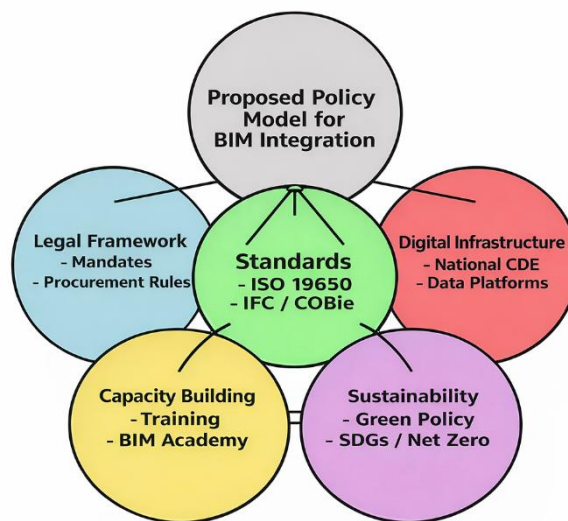
ท้ายที่สุด นโยบายด้านความยั่งยืนควรถูกบูรณาการเข้ากับการใช้ BIM โดยทุกโครงการภาครัฐควรถูกกำหนดให้ทำ Life Cycle Assessment (LCA) เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และใช้ BIM เป็นเครื่องมือในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมาย Net Zero 2065 และ Sustainable Development Goals (SDGs) การดำเนินการเหล่านี้หากมาพร้อมกับระบบติดตามและตัวชี้วัดที่ชัดเจน เช่น สัดส่วนโครงการรัฐที่ใช้ BIM หรืออัตราการลดคาร์บอนจากโครงการ จะทำให้นโยบายการบูรณาการ BIM มีพลังในการผลักดันอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยสู่มาตรฐานสากลและความยั่งยืนในอนาคตได้อย่างแท้จริง

ตารางที่ 2 สรุปข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

Table 2 Summary of Policy Recommendations

ข้อเสนอแนะ / Recommendation	รายละเอียด / Description	ผลที่คาดว่าจะได้รับ / Expected Outcomes
1. กฎหมายและข้อบังคับ / Legal and Regulatory	กำหนด BIM เป็นข้อบังคับในโครงการรัฐ / Mandate BIM adoption in public projects	เพิ่มความโปร่งใสและลดการทุจริต / Increased transparency and reduced corruption
2. มาตรฐานสากล / International Standards	อ้างอิง ISO 19650, IFC, COBie / Reference ISO 19650, IFC, and COBie standards	เกิด interoperability และคุณภาพข้อมูลสูง / Achieved interoperability and improved data quality
3. โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล / Digital Infrastructure	จัดตั้ง National CDE / Establish a National Common Data Environment (CDE)	ลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มความโปร่งใส / Reduced redundancy and enhanced transparency
4. การพัฒนาบุคลากร / Capacity Building	ฝึกอบรม + บรรจุ BIM ในหลักสูตร / Provide training and embed BIM in curricula	เพิ่มทักษะและขีดความสามารถในระยะยาว / Improved skills and long-term capacity development
5. การสนับสนุนทางการเงิน / Financial Support	เงินอุดหนุน + สิทธิประโยชน์ทางภาษี / Offer subsidies and tax incentives	ลดภาระต้นทุน SMEs และกระตุ้นการลงทุน / Reduced SMEs' costs and stimulated investment
6. ความยั่งยืน / Sustainability	บูรณาการ BIM + LCA ใน Green Policy / Integrate BIM and Life Cycle Assessment (LCA) into Green Policy	สนับสนุนเป้าหมาย Net Zero และ SDGs / Supported Net Zero and Sustainable Development Goals (SDGs)

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายประเทศไทยควรกำหนด BIM ให้เป็นข้อบังคับในโครงการรัฐ พัฒนามาตรฐานและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลระดับชาติ ควบคู่ไปกับการพัฒนาบุคลากรและการสนับสนุนด้านการเงิน การเชื่อมโยง BIM เข้ากับนโยบายด้านความยั่งยืนจะทำให้ประเทศไทยสามารถยกระดับอุตสาหกรรมก่อสร้างไปสู่มาตรฐานสากล และตอบสนองต่อเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนได้อย่างแท้จริง



รูปที่ 3 กรอบโมเดลเชิงนโยบายสำหรับการบูรณาการ BIM

Figure 3 Policy Model Framework for BIM Integration

ข้อเสนอเชิงนโยบายที่เป็นรูปธรรม การบูรณาการ BIM เข้าสู่กรอบนโยบายสาธารณะของประเทศไทยควรดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน โดยอ้างอิงกรณีศึกษาจากต่างประเทศ และกำหนดกลไกใน 5 มิติหลัก ดังนี้

1) มิติด้านกฎหมายและข้อบังคับ มาตรการ บรรจุข้อกำหนดการใช้ BIM ใน พระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ พ.ศ. 2560 หรือออกเป็น กฎกระทรวง/ประกาศสำนักนายกรัฐมนตรี กลไกดำเนินการ: กำหนดให้ทุกโครงการก่อสร้างภาครัฐที่มีมูลค่าเกิน 500 ล้านบาท ต้องจัดทำแบบด้วย BIM ระดับ LOD 300 ขึ้นไป ตัวชี้วัด ร้อยละของโครงการรัฐที่ยื่นแบบและจัดทำด้วย BIM ภายใน 5 ปี

2) มิติด้านมาตรฐานสากลและโครงสร้างพื้นฐาน มาตรการ กำหนด ISO 19650, IFC และ COBie เป็นมาตรฐานกลางของประเทศ กลไกดำเนินการ จัดตั้ง National BIM Committee ภายใต้สำนักนายกรัฐมนตรี เพื่อกำหนดมาตรฐาน BIM แห่งชาติและตรวจสอบการบังคับใช้ ตัวชี้วัด การประกาศใช้มาตรฐาน BIM แห่งชาติภายใน 2 ปี และมีโครงการนำร่องที่ใช้มาตรฐานดังกล่าวอย่างน้อย 10 โครงการ

3) มิติด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล มาตรการ จัดตั้ง National Common Data Environment (CDE) กลไกดำเนินการ สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (DGA) ร่วมกับหน่วยงานวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมของรัฐ จัดตั้งศูนย์กลางข้อมูล BIM สำหรับทุกโครงการสาธารณะ ตัวชี้วัด การเปิดใช้งาน National CDE ภายใน 3 ปี และมีหน่วยงานรัฐใช้งานมากกว่า 80%

4) มิติด้านการพัฒนาบุคลากร มาตรการ จัดตั้ง BIM Academy แห่งชาติ เพื่อเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ กลไกดำเนินการ บูรณาการการสอน BIM เข้ากับหลักสูตรวิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการจัดการโครงการในมหาวิทยาลัย รวมทั้งการอบรมเจ้าหน้าที่รัฐ ตัวชี้วัด จำนวนบุคลากรที่ผ่านการอบรมอย่างน้อย 5,000 คนใน 5 ปี และจำนวนมหาวิทยาลัยที่บรรจุ BIM ในหลักสูตรเพิ่มขึ้นไม่น้อยกว่า 20 แห่ง

5) มิติด้านการสนับสนุนทางการเงินและความยั่งยืน มาตรการ ให้เงินอุดหนุนและสิทธิประโยชน์ทางภาษีสำหรับ SMEs ที่ลงทุนใน BIM รวมทั้งการบังคับให้ทุกโครงการรัฐจัดทำ Lifecycle Assessment (LCA) ผ่าน BIM กลไกดำเนินการ จัดตั้งกองทุน “BIM for Green Construction Fund” เพื่อสนับสนุนการลงทุนด้านซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ และการอบรมบุคลากร ตัวชี้วัด จำนวน SMEs ที่เข้าถึงกองทุน, สัดส่วนโครงการรัฐที่ทำ LCA และร้อยละการลดคาร์บอนจากโครงการก่อสร้างของรัฐ

ข้อเสนอเชิงนโยบายนี้ทำให้ BIM กลายเป็น กลไกเชิงระบบ (Systemic Instrument) ไม่ใช่เพียงเครื่องมือทางเทคนิค โดยผูกโยงเข้ากับกฎหมาย มาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐาน บุคลากร และกลไกสนับสนุนทางการเงิน พร้อมมีตัวชี้วัดที่สามารถประเมินผลได้จริง หากนำไปดำเนินการ ประเทศไทยจะสามารถยกระดับอุตสาหกรรมก่อสร้างให้โปร่งใส มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล รวมทั้งตอบสนองเป้าหมาย Net Zero 2065 และ SDGs ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ในบริบทของประเทศไทย การผลักดันการใช้ Building Information Modeling (BIM) ในนโยบายสาธารณะจำเป็นต้องสอดคล้องกับกรอบกฎหมายและโครงสร้างการบริหารราชการที่มีอยู่ เช่น กฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ ระเบียบการบริหารโครงการก่อสร้างของหน่วยงานรัฐ และบทบาทของหน่วยงานกำกับดูแลด้านมาตรฐานและเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับข้อค้นพบจากงานวิจัยด้านนโยบายการก่อสร้างและการกำกับดูแลภาครัฐในประเทศไทย การปรับใช้ BIM จึงควรเริ่มจากการออกแนวปฏิบัติหรือประกาศเชิงนโยบายก่อนการแก้ไขกฎหมายในภาพรวม ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยลดความเสี่ยงเชิงสถาบันและเพิ่มความเป็นไปได้ในการนำไปปฏิบัติจริง (Howlett et al., 2020)

ข้อเสนอจากผลการวิจัยสามารถจัดลำดับออกเป็นมาตรการระยะสั้น (quick wins) และการปฏิรูปเชิงโครงสร้างในระยะยาว (long-term reforms) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบนโยบายที่มองการเปลี่ยนแปลงเป็นกระบวนการแบบลำดับขั้น (Howlett et al., 2020) โดยในระยะสั้น ภาครัฐสามารถเริ่มต้นด้วยการกำหนดแนวทางหรือมาตรฐานการใช้ Building Information Modeling (BIM) ในโครงการนำร่อง การพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการจัดทำแพลตฟอร์มข้อมูลกลาง ซึ่งเป็นมาตรการที่สามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างกฎหมายในภาพรวม (Eadie et al., 2015) ในระยะยาว การบูรณาการ BIM ให้เกิดผลอย่างยั่งยืนจำเป็นต้องมีการปรับปรุงกรอบกฎหมายและสถาบันที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการกำหนดบทบาทหน้าที่ของหน่วยงานกำกับดูแลอย่างชัดเจน เพื่อให้ BIM กลายเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างการกำกับดูแลด้านการก่อสร้างภาครัฐอย่างเป็นทางการ (Kassem & Succar, 2017)

การดำเนินการควร เริ่มจากโครงการนำร่องในหน่วยงานที่มีความพร้อมด้านบุคลากรและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ก่อนขยายผลไปยังหน่วยงานอื่น ๆ แนวทางดังกล่าวช่วยลดความเสี่ยงด้านงบประมาณและการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงในระบบราชการ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการนำนโยบายไปปฏิบัติแบบลำดับขั้นในงานศึกษาด้านนโยบายสาธารณะ (Howlett et al., 2020) แต่ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า หากมีการออกแบบมาตรการที่สอดคล้องกับบริบทเชิงสถาบันและกรอบกฎหมายที่มีอยู่ BIM สามารถทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และความโปร่งใสของการก่อสร้างภาครัฐในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการบูรณาการ BIM ในภาคส่วนสาธารณะ (Eadie et al., 2015; Kassem & Succar, 2017)

ตารางที่ 3 Roadmap 5 ปี สำหรับการบูรณาการ BIM ในประเทศไทย

Table 3 Five-Year Roadmap for BIM Integration in Thailand

ปี (ระยะเวลา)	กฎหมายและข้อบังคับ	โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล (National CDE)	การพัฒนาบุคลากร (BIM Academy)	เป้าหมาย/ตัวชี้วัดหลัก (KPIs)
ปีที่ 1	- จัดตั้งคณะกรรมการ BIM แห่งชาติ (National BIM Committee) - ร่างกฎกระทรวง/ประกาศกำหนด มาตรฐาน BIM	- เริ่มศึกษาและออกแบบระบบ National CDE	- วางแผนก่อตั้ง BIM Academy - บูรณาการหลักสูตรนำร่องใน 5 มหาวิทยาลัย	• คณะกรรมการ BIM จัดตั้งเสร็จ • กฎหมายร่างแล้ว เสร็จ 1 ฉบับ
ปีที่ 2	- ประกาศใช้มาตรฐาน BIM แห่งชาติ (ISO 19650, IFC, COBie)	- พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน CDE (Phase 1) และเริ่มทดสอบใน 3 หน่วยงานรัฐ	- จัดตั้ง BIM Academy อย่าง เป็นทางการ - เปิดอบรมรุ่นแรก 500 คน	• BIM Standard ประกาศใช้ • BIM Academy เปิดดำเนินการ

ปี (ระยะเวลา)	กฎหมายและข้อบังคับ	โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล (National CDE)	การพัฒนาบุคลากร (BIM Academy)	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด หลัก (KPIs)
	- กำหนดโครงการรัฐมูลค่า >500 ลบ. ต้องใช้ BIM			
ปีที่ 3	- กำหนดข้อบังคับบังคับใช้ BIM กับ โครงการรัฐทั้งหมด (ไม่จำกัดวงเงิน)	- เปิดใช้งาน National CDE (Phase 2) ในระดับประเทศ - เริ่มเชื่อมโยงข้อมูลโครงการรัฐ	- ขยายการอบรมบุคลากร 1,500 คน - มหาวิทยาลัย 10 แห่งบรรจุ BIM ในหลักสูตร	• โครงการรัฐ 50% ใช้ BIM • CDE เปิดใช้งาน แล้ว
ปีที่ 4	- แก้ไขเพิ่มเติม พ.ร.บ.จัดซื้อจัดจ้าง ให้บังคับใช้ BIM โดยตรง	- CDE ใช้งานครอบคลุมโครงการรัฐ 80%	- เพิ่มเครือข่าย BIM Academy ในภูมิภาค - อบรมสะสม 3,000 คน	• โครงการรัฐ 80% ใช้ BIM • 20 มหาวิทยาลัย สอน BIM
ปีที่ 5	- บังคับใช้กฎหมาย BIM อย่างเต็ม รูปแบบ - บูรณาการ BIM กับนโยบาย Net Zero 2065	- National CDE เชื่อมโยงกับระบบ e- Government และ Digital Procurement	- ผลิตบุคลากรสะสม 5,000 คน - สร้างผู้เชี่ยวชาญ BIM ระดับ Certified อย่างน้อย 500 คน	• ทุกโครงการรัฐใช้ BIM 100% • ลดคาร์บอน โครงการรัฐ ≥20%

เอกสารอ้างอิง

- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Building and Construction Authority (BCA). (2015). *Singapore BIM roadmap 2015–2020*. BCA.
<https://www1.bca.gov.sg>
- Cabrera, D., Cabrera, L., & Powers, E. (2015). A Unifying Theory of Systems Thinking with Psychosocial Applications. *Systems Research and Behavioral Science*, 32(5), 534–545.
<https://doi.org/10.1002/sres.2351>
- Cheng, J. C. P., & Ma, L. Y. H. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*, 33(6), 1539–1551.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.01.001>
- Chen, N., Lin, X., Jiang, H., & An, Y. (2024). Automated Building Information Modeling Compliance Check through a Large Language Model Combined with Deep Learning and Ontology. *Buildings*, 14(7), 1983. <https://doi.org/10.3390/buildings14071983>
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., & McNiff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction*, 36, 145–151.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>
- Eastman, C., Lee, J., Jeong, Y., & Lee, J. (2009). Automatic rule-based checking of building designs.

- Automation in Construction*, 18(8), 1011–1033. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) uptake: Clear benefits, understanding its implementation, risks and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1046–1053. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.083>
- Howlett, M., Ramesh, M., & Perl, A. (2020). *Studying public policy: Policy cycles and policy subsystems* (4th ed.). Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/studying-public-policy-9780199026142>
- Soust-Verdaguer, B., Llatas, C., & García-Martínez, A. (2017). Critical review of bim-based LCA method to buildings. *Energy and Buildings*, 136, 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.009>
- Kassem, M., & Succar, B. (2017). *Macro BIM adoption: Comparative market analysis*. *Automation in Construction*, 81, 286–299. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>
- Nielsen, O. A., Miceli, G. Jr., Ferreira Filho, A. d. S., & Pellanda, P. C. (2024). A review of global efforts in BIM adoption for road infrastructure. *Infrastructures*, 9(8), 126. <https://doi.org/10.3390/infrastructures9080126>
- Sacks, R., Lee, G., Burdi, L., & Bolpagni, M. (2025). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781394222254>
- Sackey, E., Tuuli, M., & Dainty, A. (2015). Sociotechnical Systems Approach to BIM Implementation in a Multidisciplinary Construction Context. *Journal of Management in Engineering*, 31(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000303](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000303)
- Succar, B. (2009). Building information modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>
- Koka, E., Bozheku, E., Venditti, C., Picaro, R., Bashmili, J., & Veshi, D. (2025). *Legal BIM in Italy: An Administrative Case-Law Approach*. *Bratislava Law Review*, 9(1), 113–134. <https://doi.org/10.46282/blr.2025.9.1.892>
- UK Cabinet Office. (2011, May 31). *Government construction strategy*. Cabinet Office. <https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. UN. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109–127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wong, J. K. W., & Zhou, J. (2015). Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. *Automation in Construction*, 57, 156–165. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.06.003>

-
- Wu, J., Xue, X., & Zhang, J. (2023). Invariant Signature, Logic Reasoning, and Semantic Natural Language Processing (NLP)-Based Automated Building Code Compliance Checking (I-SNACC) Framework. *Journal of Information Technology in Construction*, 28, 1–18.
<https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.001>
- Zhang, Y. (2024). Optimizing infrastructure development through BIM: A comprehensive analysis of lifecycle benefits and applications. *Theoretical and Natural Science*, 34(1), 250–255.
<https://doi.org/10.54254/2753-8818/34/20241191>