บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

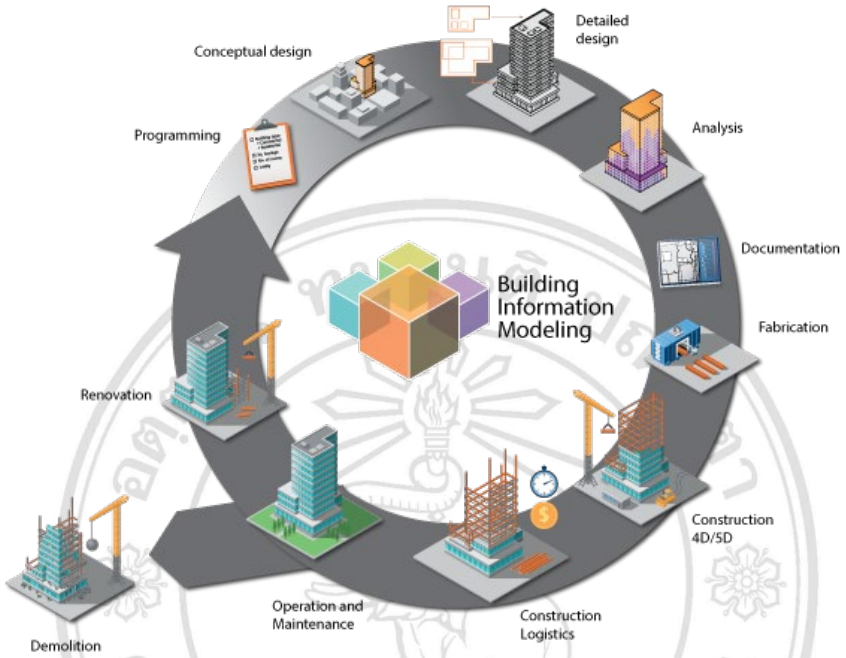
2.1) แบบจำลองสารสนเทศอาคาร

แบบจำลองสารสนเทศอาคาร (Building Information Modeling: BIM) คือ การสร้างแบบจำลองอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลสนเทศของอาคารหรืองานก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมองเห็นภาพรวมของโครงการ รวมทั้งการวิเคราะห์ปัญหาความขัดแย้งทางด้านวิศวกรรมและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น แบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับการออกแบบและการก่อสร้างอาคารด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมกระบวนการต่างๆในการออกแบบและการก่อสร้างให้มีความสอดคล้องและถูกต้องมากขึ้น (Smith P., 2007)

ในอดีตข้อมูลจำนวนมากมายที่เกี่ยวกับโครงการก่อสร้างจะถูกเก็บรวบรวมไว้ในรูปแบบของเอกสาร ทำให้ยากในการสืบค้นหรือแก้ไขข้อมูล หรือเสี่ยงต่อการสูญหายเป็นอย่างมาก และได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถบริหารจัดการข้อมูลที่หลากหลายนี้ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น จนเกิดเป็นแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ดังนั้นจึงมีการศึกษาโดยการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาช่วยในการลดระยะเวลาและลดต้นทุนในการก่อสร้าง ตั้งแต่การบริหารจัดการโครงการตลอดกระบวนการก่อสร้างไปจนถึงกระบวนการส่งมอบโครงการ จากผลการศึกษาพบว่า แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถทำงานในขั้นตอนการออกแบบได้อย่างรวดเร็วและสามารถทำการแก้ไขแบบได้ในทันที นอกจากนี้ แบบจำลองสารสนเทศอาคารยังสามารถวิเคราะห์ต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการได้อีกด้วย (Dalu Zhang, 2012)

แบบจำลองสารสนเทศอาคารไม่ได้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบ แต่เป็นแนวคิดที่ช่วยให้การบริหารจัดการข้อมูลที่ซับซ้อนในการออกแบบและการก่อสร้างให้สามารถทำได้สะดวกและลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน โดยหลักการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร คือ การสร้างแบบจำลองของโครงการก่อสร้างในระบบ 2 มิติให้สามารถเชื่อมโยงกับแบบจำลอง 3 มิติ และยัง

สามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆของอาคารลงไปในแบบจำลอง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์โครงการด้านต่างๆ นอกจากนี้แบบจำลองสารสนเทศอาคารยังสามารถวิเคราะห์ปริมาณวัสดุและประมาณราคา เพื่อใช้ในการวางแผนงานโครงการและควบคุมต้นทุนต่อไป

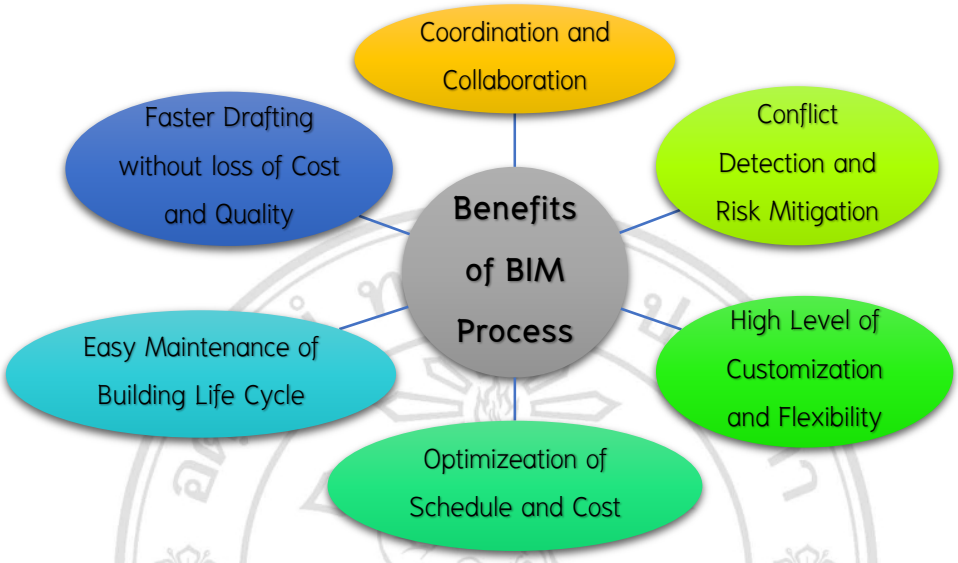


ภาพที่ 2.1 ภาพรวมการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (VR Digital, 2017)

ในอุตสาหกรรมการออกแบบและการก่อสร้างในอดีตนั้น จะเริ่มทำการออกแบบในระบบ 2 มิติก่อน โดยสร้างแบบแปลนของแต่ละชั้นขึ้นมา เมื่อต้องการรูปด้าน-รูปตัดก็ต้องทำการออกแบบไปทีละขั้นตอน อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบก็ต้องทำการแก้ไขทีละจุด การทำ Shop-Drawing และแบบขยายต่างๆ ก็ไม่สามารถทำให้แล้วเสร็จได้โดยใช้บุคลากรเพียงคนเดียว ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในขั้นตอนการออกแบบค่อนข้างมาก หากเป็นการออกแบบโครงการขนาดใหญ่ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบยิ่งทำได้ยากและใช้เวลานานยิ่งขึ้น จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เกิดการพัฒนาด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อประโยชน์ในด้านการออกแบบและการก่อสร้าง อย่างเช่นแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร การนำแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมด้านการออกแบบและการก่อสร้างจะช่วยลดระยะเวลาในขั้นตอนการออกแบบ เนื่องจากแบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถสร้างแบบจำลอง 2 มิติไปพร้อมกับการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ โดยแบบจำลองทั้ง 2 มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ยังสามารถสร้างรูปด้าน-รูปตัด Shop-Drawing และรายระเอียดแบบขยายต่างๆไปพร้อมกับการออกแบบในขั้นตอนแรกได้อีกด้วย การเปลี่ยนแปลงแก้ไขแบบจำลองดังกล่าวสามารถทำได้ง่ายขึ้น โดยทำการแก้ไขเพียงจุดเดียวในแบบจำลองนั้น แบบจำลองสารสนเทศอาคารจะทำการแก้ไขทุกจุดที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการแก้ไขนั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

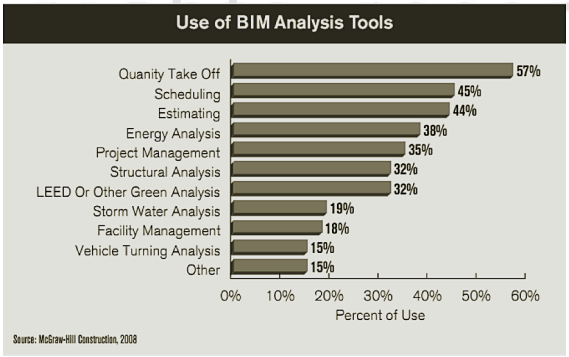
โดยอัตโนมัติ และแบบจำลองสารสนเทศอาคารยังทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆของโครงการทั้งขนาด พื้นที่ สี ปริมาณประตู-หน้าต่าง รวมไปถึงวัสดุที่เลือกใช้ เพื่อให้ง่ายต่อการถอดปริมาณงานและการประมาณราคา



ภาพที่ 2.2 ประโยชน์ของแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร (C. Humza, 2015)

ในปี 2008 ได้มีผู้ทำการวัดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารในกลุ่มของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ วิศวกร สถาปนิก ผู้รับเหมา และเจ้าของโครงการ จากการศึกษาพบว่า ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างกลุ่มดังกล่าว ได้มีการนำแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม ได้แก่ การวิเคราะห์โครงสร้าง การวิเคราะห์พลังงาน การถอดแบบและคิดปริมาณงาน และการบริหารโครงการ นอกจากนี้ยังมีการนำแบบจำลอง 3 มิติที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่รองรับแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสาร เพื่อประสานงานกับทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องภายในโครงการก่อสร้างด้วย (McGraw-Hill Construction, 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.3 การใช้แนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารในการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรม (McGraw-Hill Construction, 2008)

คุณสมบัติทั่วไปของแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

- ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดสามารถตัดสินใจและทำการออกแบบในส่วนงานที่ตนเองรับผิดชอบได้ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น
- แบบจำลองสารสนเทศอาคารสามารถเชื่อมโยงแบบจำลองของอาคารในระบบ 2 มิติ และ 3 มิติให้มีความสอดคล้องกันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างแปลน รูปด้าน รูปตัดต่างๆ จากการสร้างแบบจำลองเพียงครั้งเดียว
- การปรับแก้แบบจำลองทำได้ง่าย โดยหากมีการแก้ไขแบบจำลองอาคาร 1 จุด แบบจำลองสารสนเทศอาคารจะทำการแก้ไขแบบทุกจุดที่มีความเกี่ยวข้องให้สอดคล้องกับการแก้ไขนั้น และอัพเดทในแบบ Real Time
- วิเคราะห์ผลกระทบของแสงอาทิตย์ที่มีต่ออาคาร และวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร ช่วยในการออกแบบโครงการก่อสร้างอาคารประหยัดพลัง หรือ Green Building
- สรุปปริมาณงานและข้อมูลต่างๆของแบบจำลองได้ เช่น พื้นที่ใช้สอย ปริมาณประตู หน้าต่าง ลักษณะเฉพาะของส่วนประกอบต่างๆ รวมไปถึงวัสดุที่เลือกใช้ ทำให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายของโครงการได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ
- บูรณาการแบบจากสายงานต่างๆได้ตลอดเวลา โดยมีแบบจำลอง 3 มิติเป็นศูนย์กลาง
- ตรวจสอบการขัดแย้งกันของแบบจำลอง แล้วทำการแก้ไขปัญหาได้ทันที
- ช่วยให้การทำงานในส่วนที่ส่งผลต่อต้นทุนมีความรัดกุมและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการวางแผนการก่อสร้างที่ดีขึ้นและการจำลองสถานการณ์การก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆ ก่อนการก่อสร้างจริง
- จากการจำลองการก่อสร้างในขั้นตอนต่างๆก่อนการก่อสร้างจริง ทำให้ผู้ควบคุมงานมองเห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้าง และสามารถแก้ไขได้ทันท่วงที เป็นการช่วยลดปัญหาและความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นในหน้างานจริง อีกทั้งยังช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทั้งทางตรงและทางอ้อมได้อีกด้วย
- การบริหารจัดการทรัพยากรของอาคารเดิมที่มีอยู่สามารถทำได้ง่ายขึ้น โดยการใช้ข้อมูลต่างๆ ที่ถูกเก็บรวบรวมไว้ในแบบจำลองอาคารมาช่วยในการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ รวมไปถึงการซ่อมบำรุงอาคารนั้น

ปัจจุบันแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกนำมาใช้ในอุตาหกรรมด้านการออกแบบและการก่อสร้างอย่างแพร่หลายในหลากหลายประเทศ ดังนั้นการจะนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารเข้ามาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยจึงต้องศึกษาแนวทางทั้งด้านประโยชน์และข้อจำกัดต่างๆ พร้อมทั้งประเมินความพร้อมของการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร โดยใช้กรณีศึกษาเกี่ยวกับการประมาณราคาโดยเปรียบเทียบกับราคามาตรฐาน BOQ ของสำนักงบประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เพื่อศึกษาแนวทางการปฏิบัติและขั้นตอนการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในส่วนของภาครัฐ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านองค์กรและบุคคลมีความพร้อมที่เพียงพอ แต่ปัจจัยด้านสังคมและเทคโนโลยียังมีความพร้อมที่ไม่เพียงพอ เนื่องจากแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารเป็นแนวคิดใหม่ที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา ทำให้ต้นทุนในการที่จะนำมาใช้งานในองค์กรมีราคาสูง อีกทั้งยังขาดบุคลากรที่สามารถใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่แท้จริงในการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของไทย คือ การไม่ตระหนักถึงคุณค่าที่แท้จริงของแบบจำลองสารสนเทศอาคารและการเคยชินกับการทำงานในระบบเดิม (วัชระ เพียรสุภาพและพีรพัฒน์ วณิชลักษมี, 2553)

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในอุตสาหกรรมออกแบบและการก่อสร้างในประเทศไทยปัจจุบันได้รับความสนใจและมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาด้านการขาดแนวทางที่ถูกต้องในการคำนวณปริมาณงานก่อสร้าง จึงได้ทำการศึกษาการคำนวณปริมาณงานโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐานการวัดปริมาณงานของไทย ทำการศึกษากับอาคารมาตรฐานของหน่วยงานภาครัฐ พบว่า ปริมาณงานที่ได้จากการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารและการใช้มาตรฐานการวัดของไทยบางรายการเท่ากัน แต่บางรายการก็มีความแตกต่างกัน เนื่องจากการความถูกต้องในการคำนวณปริมาณงานโดยใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารขึ้นอยู่กับความละเอียดของข้อมูลที่กำหนดไว้ในแบบจำลองนั้น (วัชระ เพียรสุภาพและเสกสรร เถื่อนทองดี, 2557)

ปัญหาหลักในการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างของประเทศไทย คือ ปัญหาด้านความรู้ความชำนาญของผู้ใช้งานที่ไม่ยอมรับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ใหม่ๆ ยังคงยึดติดกับเทคโนโลยีแบบเดิม ปัญหาด้านฮาร์ดแวร์ที่มีประสิทธิภาพต่ำ ไม่สามารถรองรับการทำงานหรือการประมวลของซอฟต์แวร์ได้ ปัญหาด้านซอฟต์แวร์ที่ต้องการฮาร์ดแวร์คุณภาพสูงเพื่อรองรับการประมวลผล ทำให้ฮาร์ดแวร์มีราคาสูงตามคุณภาพ อีกทั้งตัวซอฟต์แวร์เองก็มีราคาสูงด้วย (รัฐวุฒิ รู้แทนคุณและเดชฤทธิ์ เฉวียงวงค์, 2554)

โครงการต่างๆ ในหลายภูมิภาคทั่วโลก โดยเฉพาะในทวีปอเมริกา ยุโรป และออสเตรเลีย มีการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาช่วยในการพัฒนาโครงการก่อสร้างอย่างเต็มรูปแบบ ส่วนในประเทศไทยนั้นการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารใช้ยังเป็นเพียงการเริ่มต้นเท่านั้น โดยองค์กรชั้นนำในประเทศที่ทำการก่อสร้างโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ได้เริ่มมีการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้ในหลายๆโครงการ แต่ยังไม่ใช่ทั้งหมด เช่นเดียวกับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น สิงคโปร์ มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ หรือแม้แต่เวียดนามก็เริ่มมีการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาใช้เช่นกัน และจากการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการออกแบบและการก่อสร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คาดว่าจะทำให้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างทุกๆโครงการลดลง ส่งผลให้มีผลตอบแทนที่มากขึ้นจากต้นทุนและระยะเวลาที่ลดลงของกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่างๆ

อุตสาหกรรมการก่อสร้างในประเทศอิหร่านประสบปัญหาการทำงานที่ซ้ำซ้อนและการส่งมอบงานที่ล่าช้า จึงได้มีการนำแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในโครงการก่อสร้างโดยเริ่มจากผู้จัดการโครงการก่อสร้างนั้น ถึงแม้ว่าผู้จัดการโครงการยังไม่มีความชำนาญในการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารและยังไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแบบจำลองสารสนเทศอาคารได้อย่างเต็มที่ แต่การนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการโครงการทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆในการก่อสร้างได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการสื่อสารให้ทุกฝ่ายมีความเข้าใจที่ตรงกัน ทำให้การประสานงานภายในหน่วยงานมีคุณภาพมากขึ้น จนทำให้ผู้จัดการโครงการสามารถส่งมอบโครงการได้ทันตามเวลาที่กำหนด (Fazli et al., 2014)

แนวโน้มของอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบันและปัญหาเกี่ยวกับการดำเนินการของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร เกี่ยวกับการสำรวจปริมาณในออสเตรเลีย พบว่า แบบจำลองสารสนเทศอาคารไม่เพียงแต่มีการพัฒนาด้านการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ แต่ยังมีการพัฒนาเป็น 4 มิติ (เวลา), 5 มิติ (ค่าใช้จ่าย), และ 6 มิติ (การจัดการในระหว่างการก่อสร้าง) นอกจากนี้ยังพบว่า แบบจำลองสารสนเทศอาคารมีความสำคัญต่อผู้เชียวชาญด้านการบริหารจัดการค่าใช้จ่ายของโครงการที่จะนำไปใช้ในการบูรณาการในทุกขั้นตอนของโครงการการก่อสร้าง (Smith P., 2014)

2.1.1) ซอฟต์แวร์ของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ตัวอย่างซอฟต์แวร์ที่รองรับการออกแบบและการก่อสร้างโดยแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร ได้แก่

- Autodesk Revit เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถขึ้นรูปแบบจำลองสารสนเทศอาคารของสิ่งก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว โดยในซอฟต์แวร์ Autodesk Revit จะประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วน ได้แก่ งานโครงสร้าง (Structure) งานสถาปัตย์ (Architect) และงานระบบต่างๆ (MEP) ซึ่งทั้ง 3 ส่วนใช้ระบบการทำงานเป็นแบบ Parametric ทำให้การออกแบบและสร้างแบบจำลอง 3 มิติมีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น และหากมีการแก้ไขหรือทำการเปลี่ยนแปลงในแบบจำลองหลัก ซอฟต์แวร์จะทำการอัพเดทการแก้ไขนั้นไปยังทุกส่วนที่เกี่ยวข้องในแบบจำลอง และยังสามารถทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานตั้งแต่ช่วงต้นของการออกแบบตามมาตรฐาน ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) ทำให้การออกแบบอาคารประหยัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น Autodesk Revit สามารถถอดปริมาณวัสดุจากองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร เช่น พื้นที่ใช้สอย พื้นที่ผนัง และปริมาณประตู-หน้าต่าง โดยข้อมูลดังกล่าวจะทำการอัพเดทอัตโนมัติทุกครั้งที่มีการแก้ไขในแบบจำลอง ทำให้การถอดแบบและประมาณราคาทำได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น แบบจำลองสารสนเทศอาคารที่สร้างโดยซอฟต์แวร์ Autodesk Revit สามารถใช้เป็นสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างสถาปนิก วิศวกร ผู้ควบคุมงาน เจ้าของโครงการ และทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้ทุกฝ่ายมีความเข้าใจที่ตรงกัน ลดการทำงานที่ซ้ำซ้อน อีกทั้งซอฟต์แวร์นี้ยังสามารถรับ-ส่งข้อมูลระหว่าง Revit กับซอฟต์แวร์ที่รองรับการทำงานตามแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารของบริษัท Autodesk ได้อีกด้วย

- Autodesk Navisworks เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจสอบการ Clashing ของแบบจำลองของอาคาร งานก่อสร้าง และงานสาธารณูปโภคต่างๆ สามารถจำลองสถานการณ์ของโครงการก่อสร้าง ในรูปแบบ 3 มิติของแต่ละช่วงเวลาตามแผนงานที่วางไว้ การใช้งานซอฟต์แวร์ Autodesk Navisworks นิยมใช้งานด้านการบริหารจัดการของโครงการก่อสร้างและการแสดงภาพรวมในการดำเนินงานของโครงการเป็นหลัก

นอกจากซอฟต์แวร์ข้างต้นแล้วยังมีซอฟต์แวร์ที่รองรับแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารอีกเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ArchiCAD เป็นซอฟต์แวร์จากบริษัท Graphisoft รองรับการทำงานในแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคาร แต่เน้นด้านสถาปัตยกรรมมากกว่างานโครงสร้างและการบริหารจัดการโครงการ ส่วนซอฟต์แวร์ Tekla เน้นไปในด้านงานออกแบบและวิเคราะห์โครงสร้าง รวมทั้งการออกแบบชิ้นส่วนของโครงสร้างเหล็กต่างๆ และยังมีซอฟต์แวร์ Allplan เป็นซอฟต์แวร์จากประเทศเยอรมนี รองรับแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารทั้งส่วนโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ทั้งยังเพิ่มความสามารถในการสร้างเหล็กเสริมคอนกรีตในส่วนงานชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (Precast Concrete) และงานคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.2) มาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศอาคาร

ปัจจุบันแนวคิดแบบจำลองสารสนเทศอาคารถูกนำไปใช้ในโครงการก่อสร้างมากขึ้น เริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการบริหารจัดการทรัพยากรที่ใช้ในโครงการก่อสร้าง อีกทั้งแบบจำลองสารสนเทศอาคารยังถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารกันระหว่างผู้ออกแบบ สถาปนิก วิศวกร เจ้าของโครงการ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อให้ทุกฝ่ายมีความเข้าใจที่ตรงกัน ในต่างประเทศมีการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารอย่างแพร่หลายและมีมาตรฐานที่แตกต่างกันตามพื้นที่ที่มีการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในโครงการก่อสร้าง เช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้ National BIM Standard (NBIMS), BIM Guideline & Standard for Architects Engineers and

Contractors และ BIM Project Execution Planning Guide (Michael Earley, 2014) เป็นมาตรฐานในการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารเช่นเดียวกับอีกหลายประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงมาตรฐานของแบบจำลองสารสนเทศอาคารในประเทศต่างๆ (E. Michael, 2014)

ประเทศ	มาตรฐาน BIM หรือ Guideline	คณะผู้จัดทำ
สหรัฐอเมริกา	National BIM Standard (NBIMS)	Nation Institute of Building Sciences (NIBS)
	BIM Guideline & Standards for Architects, Engineers and Contractors	Indiana University
	BIM Project Execution Planning Guide	CIC Research Group, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University
อังกฤษ	AEC (UK) BIM Standard	AEC (UK)
	AEC (UK) BIM Standard for Autodesk Revit	
	AEC (UK) BIM Standard for Bentley Building	
	Building Information Modeling (BIM) Working Party Strategy Paper	Department of Business Innovation & Skills (UK)
ออสเตรเลีย	National Guidelines for Digital Modeling	Construction Innovation (CRC)
	Digital Modeling and The Build Environment	Department of Innovation Industry, Science and Research
เกาหลี	National BIM Roadmap and Guidelines	buildingSMART Korea & Kyung Hee university
ฮ่องกง	Building Information Modeling (BIM) Standards Manual	Business Information Technology Unit Department & Construction Division Housing Department
	BIM Project Specification	Hong Kong Institute of Building Information Modeling
ฟินแลนด์	Senate Properties BIM Requirement	Senate Properties
นอร์เวย์	Statsbygg BIM Manual	Statsbygg
เยอรมัน	Anwenderhanbuch Datenaustausch BIM/IFC	buildingSMART Deutschland

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนในประเทศไทยนั้นได้มีการจัดทำ “คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย” หรือ Thailand BIM Guideline โดยสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2558 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคารในโครงการก่อสร้างของประเทศไทย

ภาพที่ 2.4 คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558)

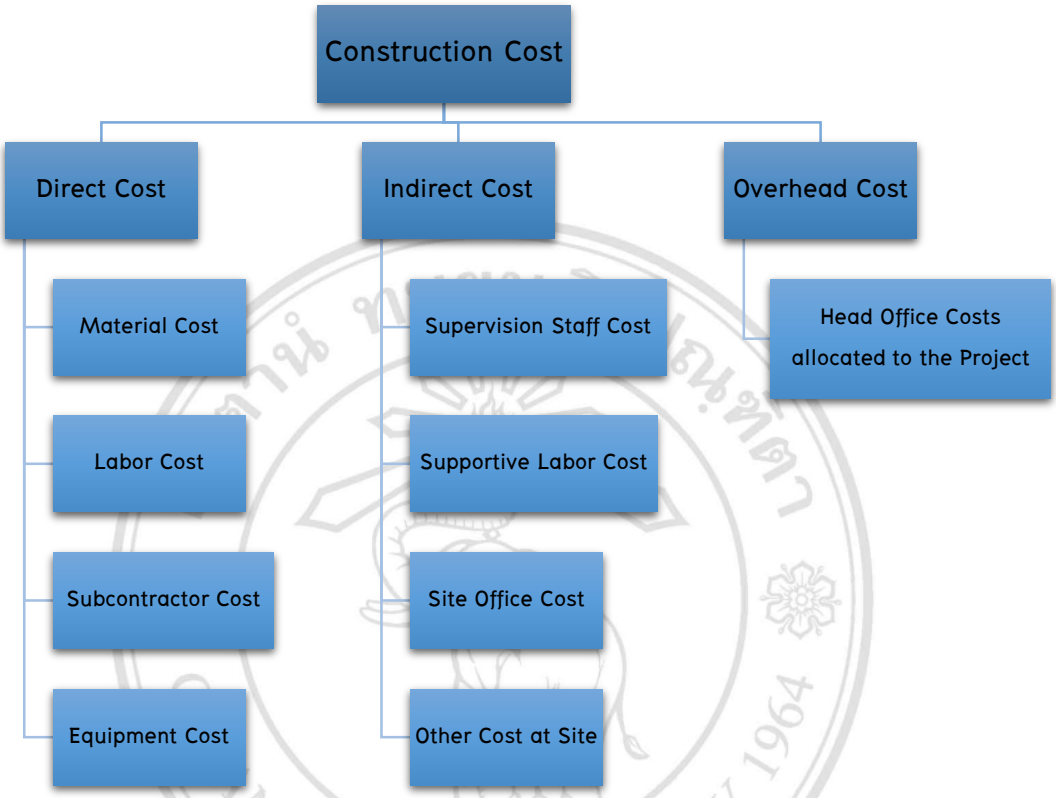
2.2) การควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้าง

การควบคุมต้นทุนโครงการ (Cost Control) เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารต้นทุนโครงการ (Cost Management) ซึ่งหมายถึง การควบคุมดูแลให้โครงการก่อสร้างดำเนินไปตามแผนงานที่ได้วางไว้ รวมทั้งการควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้างนั้นให้อยู่ภายใต้งบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยหลักการทั่วไปในการควบคุมต้นทุน คือ การบริหารจัดการงบประมาณที่มีอยู่เพื่อให้โครงการได้รับประโยชน์สูงสุด สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบผลต่างระหว่างงบประมาณที่มีอยู่ตามปริมาณงานกับต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการก่อสร้างจริง และต้องทำการควบคุมไม่ให้ต้นทุนที่ใช้ในโครงการก่อสร้างมีมากเกินกว่างบประมาณที่มีอยู่ (Overruns) หากพบว่าต้นทุนที่ใช้จริงมีมากกว่างบประมาณที่มีอยู่จะต้องทำการแก้ไขสถานการณ์ในทันที

ต้นทุนในโครงการก่อสร้าง ประกอบด้วย ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) คือ ต้นทุนที่เกิดจากการก่อสร้างโดยตรง ประเมินได้จากการถอดปริมาณจากแบบที่ใช้ในการก่อสร้าง ได้แก่ ค่าวัสดุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่าแรงงาน ค่าเครื่องจักร-เครื่องมือ และต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) คือ ต้นทุนที่อาจเกิดขึ้นในงานก่อสร้าง เป็นค่าใช้จ่ายที่สามารถประเมินได้ยาก ได้แก่ ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างทำการก่อสร้าง ค่าประกันภัยต่างๆ



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของต้นทุนในโครงการก่อสร้าง (สมชาย วรธงไชย, 2555)

การควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้าง (Construction Cost Control) คือ การควบคุมค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงในโครงการก่อสร้างให้อยู่ภายในงบประมาณที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องมีการจัดทำอย่างเป็นระบบและมีความต่อเนื่อง มีการจัดทำรายงานเป็นระยะๆ เพื่อรายงานสรุปต้นทุนปัจจุบันเปรียบเทียบกับงบประมาณของโครงการ (สุพัตรา วีรปรีชาเมธ, 2557)

การควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้างมีความสำคัญต่อความสำเร็จของโครงการ และการควบคุมต้นทุนของโครงการต้องใช้การนำเข้าข้อมูลในแบบเรียลไทม์ ซึ่งข้อมูลจำนวนมากถูกเก็บไว้ในรูปแบบของเอกสาร ทำให้ยากต่อการสืบค้นและการนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการควบคุมต้นทุนของโครงการ (วชรภูมิ เบญจโอฬารและวิศิษฏ์ศักดิ์ ทับยัง, 2553)

การควบคุมต้นทุนโครงการให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้การบูรณาการความรู้ในหลากหลายสาขาเข้าด้วยกัน และต้องทำตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ ไปตลอดระยะเวลาการดำเนินการก่อสร้างจนกระทั่งแล้วเสร็จโครงการ โดยแบ่งช่วงเวลา ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ช่วงก่อนการออกแบบ (Pre-Design Stage) เป็นการเริ่มต้นศึกษาและศึกษาความต้องการของโครงการ และกำหนดการจัดซื้อจัดจ้าง เพื่อให้โครงการได้รับประโยชน์สูงสุด โดยคำนึงถึงต้นทุน เวลา และคุณภาพเป็นหลัก
- ช่วงระหว่างการออกแบบ (Design Stage) เมื่อทราบความต้องการของโครงการแล้ว ในช่วงระหว่างการออกแบบโครงการนี้ จะทำการศึกษาคุณค่าของโครงการในด้านพื้นที่ใช้สอย รูปแบบของอาคาร วิธีการต่างๆในด้านวิศวกรรม รวมไปถึงการขยายตัวในอนาคต เพื่อให้โครงการได้รับประโยชน์สูงสุดและใช้งบประมาณที่มีอยู่ได้อย่างคุ้มค่า เพื่อกำหนดงบประมาณที่ต้องใช้จริงในการก่อสร้างและงบประมาณที่ควรเผื่อไว้สำหรับการแก้ไขแบบของโครงการในระหว่างการก่อสร้าง นอกจากนี้ยังต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ในการก่อสร้างว่าสามารถสร้างได้จริงตามแบบหรือไม่ เพื่อป้องกันการเพิ่มขึ้นของต้นทุนที่จะเกิดจากการแก้ไขแบบให้สามารถก่อสร้างได้ในระหว่างการก่อสร้าง
- ช่วงระหว่างการก่อสร้าง (Construction Stage) ในช่วงนี้จะเป็นการตรวจสอบการทำงานจริงโดยอ้างอิงตาม BOQ (Bill of Quantity) หากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นในระหว่างการก่อสร้างก็สามารถใช้งบประมาณที่ได้ทำการเผื่อไว้ในช่วงระหว่างการออกแบบในการแก้ไขปัญหานั้น

การควบคุมต้นทุนโครงการควรเริ่มจัดทำตั้งแต่เริ่มต้นโครงการ โดยเริ่มจากขั้นตอนการออกแบบไปจนกระทั่งก่อสร้างจนแล้วเสร็จโครงการ เป้าหมายหลักในการควบคุมต้นทุนโครงการ คือ การก่อสร้างโครงการอย่างมีคุณภาพโดยใช้ต้นทุนไม่เกินงบประมาณที่กำหนดไว้ โดยที่งานก่อสร้างยังคงดำเนินต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีกำไร อีกทั้งการควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้างยังเป็นการปรับปรุงการประมาณราคางานก่อสร้าง เพื่อจัดทำงบประมาณของโครงการก่อสร้างงานต่อไปในอนาคต (ทยุติ อิสริยฤทธานนท์, 2550)

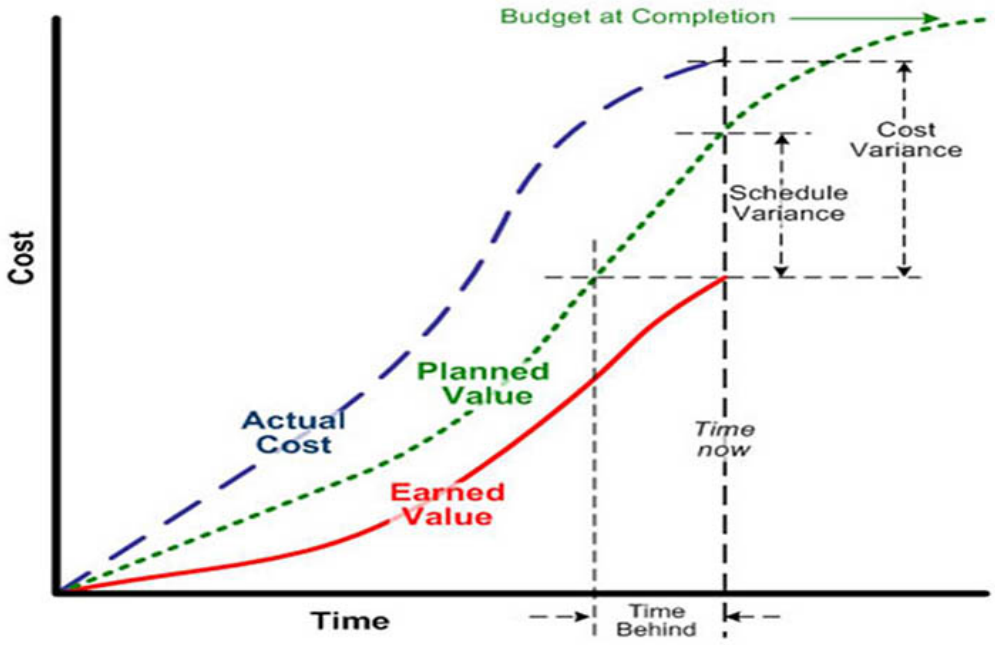
2.2.1) การควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้าง โดยวิธี Earned Value Analysis

Earned Value Analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมและบริหารโครงการ โดยใช้การวัดผลการดำเนินการจริงของโครงการเปรียบเทียบกับแผนการดำเนินการที่วางไว้ในเชิงปริมาณตัวเลขของจำนวนเงิน ผู้บริหารโครงการและผู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างนั้นสามารถใช้เครื่องมือนี้ในการวิเคราะห์และกำหนดทิศทางการดำเนินโครงการ รวมทั้งเฝ้าระวังปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น สามารถทำการวัดผลการดำเนินโครงการได้ทุกช่วงระยะเวลาที่ต้องการ (สมชาย วรธงไชย, 2555)

ตัวแปรหลักที่ใช้ในการวัดผลการดำเนินโครงการ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ต้นทุนประมาณการของงานตามแผนเวลาที่ต้องการ (Budget Cost of Work Schedule: BCWS หรือ Planned Value: PV)
- ต้นทุนประมาณการของผลงานที่ได้ดำเนินการ (Budget Cost of Work Performed: BCWP หรือ Earned Value: EV)
- ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริงจากงานที่ดำเนินการแล้ว (Actual Cost of Work Performed: ACWP หรือ Actual Cost: AC)



ภาพที่ 2.6 Earned Value Graph (R. Bernie, 2015)

จากตัวแปรหลักข้างต้นสามารถกำหนดค่าดัชนีชี้วัดสถานะของการดำเนินโครงการได้จากความสัมพันธ์ของตัวแปร ได้แก่

- ค่าความแตกต่างของต้นทุน (Cost Variance: CV)

$$CV = BCWP - ACWP \quad (1)$$

ถ้า $CV > 0$ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในกิจกรรมนั้นๆ น้อยกว่างบประมาณที่กำหนด

$CV = 0$ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในกิจกรรมนั้นๆ เท่ากับงบประมาณที่กำหนด

$CV < 0$ หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในกิจกรรมนั้นๆ มากกว่างบประมาณที่กำหนด

- ค่าดัชนีชี้วัดสถานะของต้นทุนในการดำเนินโครงการ (Cost Performance Index: CPI)

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} \quad (2)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้า CPI > 1 หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของกิจกรรมนั้นน้อยกว่างบประมาณที่กำหนด

CPI = 1 หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของกิจกรรมนั้นเท่ากับงบประมาณที่กำหนด

CPI < 1 หมายถึง ต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงของกิจกรรมนั้นมากกว่างบประมาณที่กำหนด

- ค่าความแตกต่างของแผนการดำเนินโครงการ (Schedule Variance: SV)

$$SV = BCWP - BCWS \quad (3)$$

ถ้า SV > 0 หมายถึง การดำเนินโครงการเร็วกว่าแผนการที่วางไว้

SV = 0 หมายถึง การดำเนินโครงการเท่ากับแผนการที่วางไว้

SV < 0 หมายถึง การดำเนินโครงการล่าช้ากว่าแผนการที่วางไว้

- ค่าดัชนีชี้วัดสถานะของระยะเวลาในการดำเนินงาน (Schedule Performance Index: SPI)

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} \quad (4)$$

ถ้า SPI > 1 หมายถึง กิจกรรมที่ดำเนินการอยู่ใช้เวลาน้อยกว่าแผนงานที่กำหนดไว้

SPI = 1 หมายถึง กิจกกรมที่ดำเนินการอยู่ใช้เวลาเท่ากับแผนงานที่กำหนดไว้

SPI < 1 หมายถึง กิจกกรมที่ดำเนินการอยู่ใช้เวลามากกว่าแผนงานที่กำหนดไว้

- ค่าดัชนีชี้วัดผลการดำเนินโครงการโดยรวม (Cost-Schedule Index: CSI)

$$CSI = CPI \times SPI \quad (5)$$

ถ้า CSI > 1 หมายถึง ผลการดำเนินโครงการโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาเอกสารทฤษฎีต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบถึงประโยชน์และปัญหาของการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคาร รวมทั้งปัญหาที่เกิดจากการที่ไม่สามารถควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้างได้ ซึ่งปัญหาของการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารส่วนใหญ่ไม่ได้เกิดขึ้นจากปัญหาด้านซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ แต่เป็นปัญหาที่เกิดจากด้านบุคลากรที่เกี่ยวข้องที่ไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและไม่ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำแบบจำลองสารสนเทศอาคารมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการออกแบบและการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้เล็งเห็นปัญหานี้จึงต้องการทำการศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารในด้านการควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้าง เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานของแบบจำลองสารสนเทศอาคารและสามารถควบคุมต้นทุนของโครงการก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น