บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการนำระบบ BIM มาใช้ในการจัดทำแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing) ได้รวบรวมข้อมูลที่เกิดขึ้นรวมทั้งปัจจัยเบื้องต้น ตลอดจนเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งงานวิจัยต่าง ๆ บทความ และตำราเรียน โดยได้มีการแบ่งการศึกษาออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

2.1 แบบการก่อสร้างจริง (As-built Drawing)

2.2 ปัญหาที่เกิดจากการทำแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing)

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของ Building Information Modeling (BIM)

2.4 การประยุกต์ใช้ Building Information Modeling (BIM) ในอุตสาหกรรมการออกแบบรับเหมา ก่อสร้างในปัจจุบัน

2.5 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการใช้ Building Information Modeling (BIM)

2.6 ซอฟต์แวร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี BIM

2.7 โครงการตัวอย่างที่มีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM (Building Information Modeling)

2.1 แบบการก่อสร้างจริง (As-built Drawing)

AS-Built Drawing คือแบบที่เขียนขึ้นหลังจากการก่อสร้างเสร็จไปเรียบร้อยแล้ว โดยแบบ AS-Built Drawing จะแสดงรายละเอียด ของสิ่งที่ได้ก่อสร้างไปจริง ๆ เช่นแนวทางเดินสายไฟ แนวทางเดินท่อน้ำ ลักษณะประตู หน้าต่าง ฯลฯ แบบ AS-Built Drawing นี้อาจจะแตกต่างจากแบบก่อสร้าง (Construction Drawing) และ Shop Drawing ก็ได้ เพราะการเปลี่ยนแปลง เพื่อความเหมาะสม ในงานก่อสร้างหน้างาน เป็นเรื่องธรรมดา (เช่นเจ้าของโครงการสั่งเปลี่ยนตำแหน่งดวงโคม เป็นต้น) (ยอดเยี่ยม เทพธรานนท์, 2535, 210) As-built drawing จัดเตรียมขณะ หรือทันทีภายหลัง ก่อสร้างเสร็จสิ้นแล้ว เป็นแบบที่ต้องเก็บ รักษาไว้ตลอดอายุใช้งานของอาคารเพื่อใช้ประโยชน์ในกรณีที่จำเป็นต้องซ่อมแซม แก้ไข ปรับปรุง ดัดแปลง ใช้งาน หรือรื้อถอนอาคาร (http://baanthaidd.blogspot.com/) โดยทั่วไปการจัดส่ง As-built Drawing เขียนด้วยโปรแกรม

AutoCAD เขียนลงแผ่น CD-R พร้อมพิมพ์ลงบนกระดาษพิมพ์เขียวหรือกระดาษอื่นๆพร้อมขนาดมาตราส่วนตามที่ระบุในสัญญา ส่งมอบต่อ Owner เมื่อโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ

2.2 ปัญหาที่เกิดจากการทำแบบก่อสร้างจริง (As-built Drawing)

จากการศึกษาถึงปัญหาที่มักเกิดขึ้นจากการทำแบบก่อสร้างในปัจจุบัน พบว่าเกิดจากธรรมชาติของกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างในอุตสาหกรรมก่อสร้างที่แยกออกจากกันเป็นส่วนๆและการสื่อสารหลักยังคงต้องพึ่งพาระบบเอกสาร (paper-based) ซึ่งอาจเกิดการละเลยหรือความผิดพลาดขึ้นได้ง่ายในเอกสานที่เป็นกระดาษ ส่งผลให้เกิดเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่คาดคิด ความล้าช้าและคดีความระหว่างผู้เกี่ยวข้องในโครงการ (Eastman, 2008, 2) สำหรับเจ้าของโครงการเมื่อโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ เจ้าของโครงการก็จะได้รับแค่แบบพิมพ์เขียวและเอกสารที่เต็มไปด้วยข้อมูลที่ยุ่งเหยิง สับสนวุ่นวาย งานก่อสร้างอาจจะยาวนานกว่า 2 ปี แต่เมื่อโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จมันจะต้องอยู่ยาวนานไปอีก 30 ถึง 50 ปี หรือมากกว่า แบบและข้อมูลอาจจะสูญหายไป หรือแม้แต่การ Update ตามสภาพจริงๆ เมื่อเวลาผ่านไปก็ยากที่จะทำได้ เช่นจะต้องเปลี่ยนหลอดไฟในตึกปีไหน หรือแอร์ในตึกมีกี่ตัว กี่ยี่ห้อ ระบบแอร์ทำงานอย่างไร แล้วจะต้องซ่อมแอร์ยังไง หรือช่างซ่อมท่อและระบบ Boiler ถือแบบพิมพ์เขียวเข้าไปทำงานแล้วกลับพบว่าหน้างานไม่ตรงกับแบบเลย เพราะว่าผ่านการซ่อมมาแล้วแต่ไม่ได้มีการ Update แบบ ซึ่งจะทำให้เกิดความวุ่นวายเมื่อมีการซ่อมแซม (วรัญญู สงกรานต์, 2555, ไม่ปรากฏหน้า)

2.3 แนวคิดและทฤษฎีของ Building Information Modeling (BIM)

2.3.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

Building Information Modeling เป็นแนวคิดที่ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปีคริตศักราชที่ 1970 ซึ่งเป็นการเขียนแบบในลักษณะรูปทรง 3 มิติ โดยองค์ประกอบทุกส่วนของอาคารล้วนมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันกับขั้นตอนด้านการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองอาคาร ในรูปของขบวนการกระจายและเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อช่วยในการลดข้อผิดพลาดของการทำแบบก่อสร้าง และเพื่อนำไปใช้ประกอบการบริหารโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากต้องมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงสูง โดยเฉพาะการพัฒนาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ไม่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีเพียงอุตสาหกรรมการผลิตและอากาศยานทางอวกาศเท่านั้นที่ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์จากแนวคิดดังกล่าว (Eastman, 2008, 26-27)

แนวคิดในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนทางด้านการออกแบบที่เรียนว่า Computer aided Design (CAD) ได้มีการพัฒนาควบคู่ไปกับความพยายามในการนำข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบออกมาใช้ร่วมกับข้อมูลเครื่องจักรกลอาคาร (Mechanical) และระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตามแนวทางการออกแบบสามมิติดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน ซึ่งคอมพิวเตอร์ยังไม่สามารถพัฒนาได้เทียบเท่าความต้องการของผู้ใช้งาน ดังนั้นผู้ออกแบบส่วนมากจึงนิยมออกแบบเป็นลักษณะ 2 มิติ แต่ภายในระยะเวลาไม่นานจำนวนผู้ใช้ CAD ในการทำเอกสารก่อสร้างและแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop Drawing) มากกว่าเขียนแบบบนกระดาษ (Autodesk, 2002, 1)

ในช่วงปี ค.ศ. 1980 ระบบการทำงานในรูปแบบ Object-based parametric modeling ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการออกแบบ ซึ่งแนวทางการทำงานใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ของรูปทรงสามมิติในการออกแบบโดยพารามิเตอร์ดังกล่าวมีส่วนที่ผู้ออกแบบต้องกำหนดขึ้นเองและส่วนที่เป็นค่าคงที่ ทำให้มีแนวทางออกแบบอยู่ 2 แนวทางได้แก่ การออกแบบโกยกำหนดกลุ่มวัตถุที่มีข้อกำหนดและความสัมพันธ์ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด โดยใช้ข้อมูลพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับระยะมุมมองและข้อกำหนดเกี่ยวกับชิ้นส่วนที่ต่อเนื่องหรือซ้อนทับกัน ชิ้นส่วนที่ขนานกัน และชิ้นส่วนที่มีระยะห่างจากชิ้นส่วนอื่น ในขณะที่แนวทางที่สองเป็นการออกแบบเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ได้ตามความต้องการ โดยระบบจะมีการตรวจสอบความถูกต้องด้วยหลักการทางการออกแบบและข้อกำหนดที่กำหนดไว้ ซึ่งระบบจะแจ้งเตือนเมื่อข้อมูลไม่ถูกต้องตามหลักการและข้อกำหนด ซึ่งการออกแบบดังกล่าวแตกต่างจากการออกแบบด้วยระบบ 3D CAD เนื่องจากการเปลี่ยนแลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ CAD ต้องทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์ของชิ้นส่วนเองในทุมุมมองที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงข้อมูลพารามิเตอร์สำหรับการออกแบบ Object-based parametric modeling ข้อมูลของทุกๆ องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องจะสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยอัตโนมัติ (Eastman, 2008, 29-30)

ในช่วงปี ค.ศ. 1987 หลักการทำงานแบบ Object-based product model และ Object-based parametric modeling ได้ถูกนำมาใช้ร่วมกันและเรียกรูปแบบการทำงานแบบใหม่นี้ว่า Building Information Modeling โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบริหารจัดการข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์มีความง่ายขึ้นและสนับสนุนการทำงานร่วมกันในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์

การประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารครั้งแรก เป็นการนำเสนอแบบจำลองอาคารเสมือนจริงของซอฟต์แวร์ ArchiCAD นอกจากนี้เมื่อปี ค.ศ. 1990 การใช้ระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อแบ่งปันข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์มีมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบ CAD จากการใช้แผนดิสก์ เป็นการใช้อินเทอร์เน็ตด้วย FTP เว็บเพ็จ และอีเมล์เพิ่มมาก

ขึ้น แนวความคิดเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้างด้วยข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นของแนวความคิดการบริหารจัดการข้อมูลก่อสร้างในรูปแบบของ web-based (Autodesk, 2002, 2)

2.3.2 ความหมายและแนวความคิด

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายและแนวความคิดของแบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM) พบว่า ได้มีผู้นิยามความหมายเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าวเอาไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งมีทั้งเนื้อหาที่สอดคล้องและแตกต่างกันออกไป ดังต่อไปนี้

อีสท์แมน (Eastman, 2008, 13) และองค์กรวิจัยและวิเคราะห์ด้านการก่อสร้างแมคกรอฮิลล์ (MCRA, 2008, 4) ได้นิยามความหมายของแบบจำลองข้อมูลอาคาร ว่าหมายถึงกระบวนการสร้างข้อมูลชิ้นส่วนสามมิติที่สามารถคำนวณขนาดและปริมาณได้ โดยมีความละเอียดครบถ้วนและคลอบคลุมเกี่ยวกับการออกแบบ คุณภาพของงานก่อสร้าง ความสามารถสร้างได้ ลำดับการดำเนินงาน และการคำนวณต้นทุน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนในโครงการสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ได้ในทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ

นอกจากนี้เมนดาติ (Mendati, 2008, 1-2) และนีเดอร์วีน (van Nederveen et al., 2009, 1) ได้นิยามเอาไว้อีกว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร อาจหมายถึง ขั้นตอนการเตรียมแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยส่วนประกอบต่างๆของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง คุณสมบัติของการใช้งาน รูปร่าง วัสดุ และกระบวนการของวงจรชีวิตของอาคาร ที่สามารถแสดงผลออกมาเป็นชิ้นส่วนในลักษณะสามมิติที่เหมือนจริงและสามารถนำไปใช้ได้ในทุกๆขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยแบบจำลองดังกล่าวสามารถเพิ่มเติม ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูล โดยที่มีส่วนผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้และในทุกขั้นตอนของโครงการ นอกจากนี้หลักการทำงานดังกล่าวยังเป็นการรวบรวมข้อมูลที่กระจายตัวอย่างไม่เป็นระบบ สามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับมาใช้ใหม่โดยไม่ต้องสร้างซ้ำให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน และใช้รูปแบบชิ้นส่วนที่ออกแบบถูกต้องเป็นหลักในการออกแบบแทนระบบ CAD เพื่อลดความผิดพลาด

สมาคมสถาปนิกของอเมริกา (American Institute of Architect-AIA, 2012: 2) และสถาบันที่ศึกษาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคารแห่งชาติของอเมริกา (National Institute of Buiding Sciences [NIBS], 2007: 23) ได้กล่าวไว้ว่า แบบจำลองข้อมูลอาคาร คือเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลองของโครงการที่มาจากการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ภายในโครงการเข้าด้วยกัน เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประกอบการตัดสินใจในช่วงวงจรของโครงการ

จากนิยามทั้งหมดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นสามารถนำมาสรุปใจความสำคัญเกี่ยวกับความหมายและแนวคิดของแบบจำลองข้อมูลอาคาร ว่าหมายถึง เทคโนโลยีหรือแนวคิดการจัดการข้อมูลอาคารผ่านแบบจำลองอาคารสามมิติ โดยข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจะอยู่ในรูปของฐานข้อมูล ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร รวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยงและแบ่งปันข้อมูลร่วมกันได้ ทั้งลักษณะทางกายภาพ การวิเคราะห์พลังงานและสภาพแวดล้อมของอาคาร ขั้นตอนการก่อสร้างและการสื่อสาร

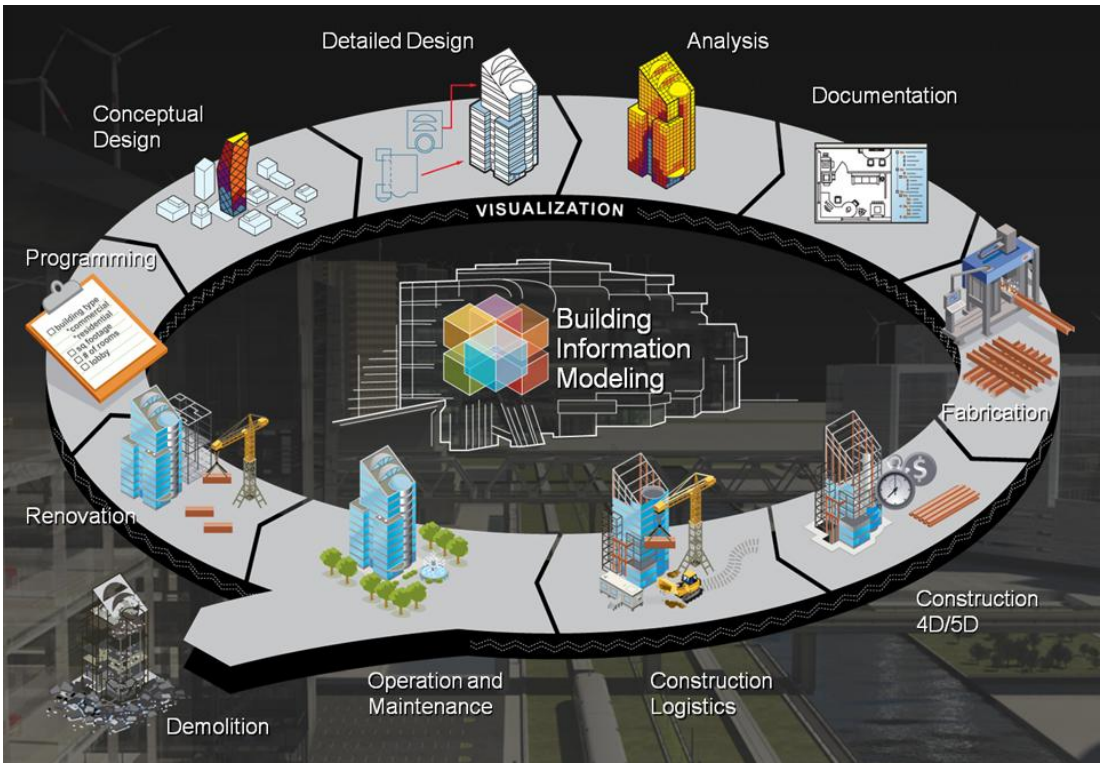
2.3.3 หลักการทำงาน

กระบวนการทำงานของ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ถือเป็นแนวทางในการทำงานที่มาพร้อมกับการเจริญเติบโตของระบบดิจิตอลผ่านการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวเพื่อตอบสนองความเจริญก้าวหน้าทางด้านธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการข้อมูล (Information) ที่ถูกต้องผ่านการบริหารจัดการมาเป็นอย่างดี และมีการนำเสนอผลงานในลักษณะเหมือนจริงที่สามารถรับรู้มิติผ่านสื่อเชื่อมโยงทางอิเล็กทรอนิกส์ (ทรงพล ยมนาค, 2553: 25)

แบบจำลองข้อมูลอาคาร (BIM.) เป็นหลักการทำงานที่รวมกันระหว่าง Building Product Model และ Object-based parametric modeling ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างซอฟต์แวร์และสนับสนุนการทำงานร่วมกันบนฐานข้อมูลดิจิตอล ซึ่งสามารถทำการบริหารจัดการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมข้อมูลเหล่านั้นได้ตลอดเวลา นอกจากนั้นข้อมูลขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในทุกมุมมองจะสามารถปรับเปลี่ยนได้เองโดยอัตโนมัติ

โดยหลักการทำงานดังกล่าวเริ่มต้นด้วยแนวความคิดในการดึงข้อมูล (Capturing) และการบริหารจัดการข้อมูลอาคาร และแสดงข้อมูลเหล่านั้นในแบบอย่างหรือวิธีการที่ใช้กัน หรือวิธีการที่มีความเหมาะสมต่อการสื่อสาร โดยแบบจำลองข้อมูลอาคารจะเริ่มเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มสร้างตัวแบบจำลองรวมถึงขั้นตอนการจัดเก็บและบริหารจัดการไว้ในฐานข้อมูลโครงการและอนุญาตให้ทุกคนในโครงการสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ แบบจึงกลายเป็นการมองเห็นข้อมูลที่อธิบายถึงตัวโครงการเอง

ข้อมูลของแบบจำลองข้อมูลอาคาร จะถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (data base) แทนที่จะอยู่ในรูปแบบที่จะต้องใช้เพื่อการนำเสนอเท่านั้น ตัวสร้างแบบจำลองจะแสดงข้อมูลที่มีอยู่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าไปหรือดูและจัดการข้อมูลเพื่อที่จะนำข้อมูลออกมานำเสนอเพื่อให้ผู้ดูเข้าใจแบบได้มากที่สุด (Autodesk, 2002: 2-3)



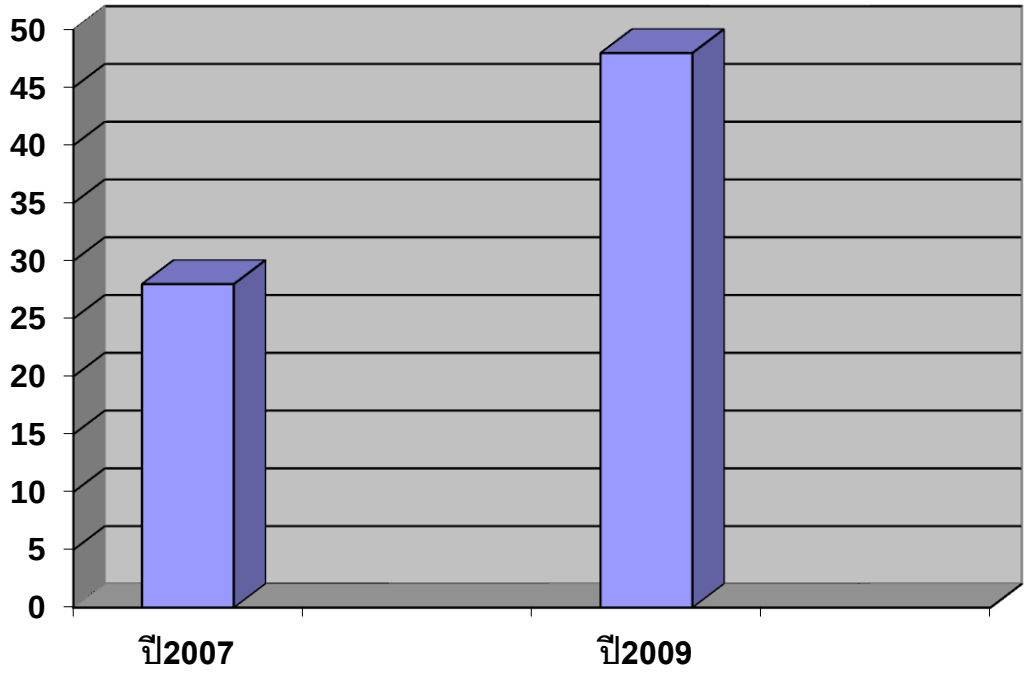
ภาพประกอบที่ 2.1 แสดงไดอาแกรมแสดงการทำงานของระบบ BIM

ที่มา (http://buildipedia.com/aec-pros/design-news/the-daily-life-of-building-information-modeling-bim)

2.4 การประยุกต์ใช้ Building Information Modeling (BIM) ในอุตสาหกรรมการออกแบบ รับเหมา ก่อสร้างในปัจจุบัน

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในหลายประเทศและในอนาคตยังมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการสำรวจและเปรียบเทียบระดับการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารในสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี คศ. 2007 และ 2009 พบว่ามีการประยุกต์ใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 28 เปอร์เซ็นต์ เป็น 48 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้นถึง 75 เปอร์เซ็นต์ภายในระยะเวลาเพียง 2 ปี ดังที่แสดงในรูปที่ 1 (MCRA, 2009: 36) จากการสำรวจองค์กรสถาปนิก 100 อันดับแรกของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า 45 จาก 48 องค์กรที่ดำเนินการสำรวจหรือประมาณ 94 เปอร์เซ็นต์ มีการใช้งานและเห็นตรงกันว่า BIM มีประโยชน์กับงานทางด้านสถาปัตยกรรม (National Institute of Building Sciences (NIBS), 2010: 23)

แนวโน้มการเติบโตในการประยุกต์ใช้ BIM. ในปี 2007 และ 2009



ภาพประกอบที่ 2.2 แสดงแนวโน้มการเติบโตในการประยุกต์ใช้ BIM.ในช่วงปี 2007 และ 2009

ที่มา(MRCA, 2009: 5)

2.5 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการใช้ Building Information Modeling (BIM)

ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคารนั้นล้วนเกิดขึ้นจากความต้องการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพด้านการขจัดข้อผิดพลาด การลดค่าใช้จ่าย และความถูกต้อง โดยอย่างยิ่งการปรับปรุงเอกสารงานก่อสร้างให้มีความถูกต้องมากขึ้นซึ่งถือเป็นศักยภาพที่มีความสำคัญสูงสุดสำหรับ BIM. และทำให้ทุกๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ใช้ประโยชน์ร่วมกัน นอกจากนั้นยังส่งผลให้เกิดปัญหาซึ่งเกิดจากการประสานงานภาคสนามมีจำนวนลดลงด้วย

นอกจากปัจจัยด้านการใช้งานและประโยชน์ที่ได้รับจาก BIM. แล้ว ปัจจัยด้านการผลิตก็มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเลือกใช้ เช่น การสื่อสารระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนออกแบบและ

ก่อสร้าง การเขียนแบบก่อสร้างใช้เวลาน้อยลงซึ่งทำให้มีเวลาในการออกแบบเพิ่มมากขึ้น และความต้องการในการร้องข้อมูล (Information requests) มีจำนวนลดลง เป็นต้น

ด้านเวลาและงบประมาณ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายถือเป็นเป้าหมายหลักของผู้ดำเนินโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าของโครงการและผู้รับเหมาก่อสร้างซึ่งมีความต้องการ ที่จะลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง เพราะฉะนั้นทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายจึงถือเป็นประโยชน์ที่ทีอิทธิพลสำคัญต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM.

นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นๆ ซึ่งผู้ใช้จำนวนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งได้กล่าวถึงประโยชน์ที่อิทธิพลต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM.

- ตารางเวลาการก่อสร้างที่ลดลง เพิ่มความสามารถในการใช้ Lean Construction

- การตรวจสอบรหัสการตรวจสอบ (code checking) และการปฏิบัติตาม (compliance)

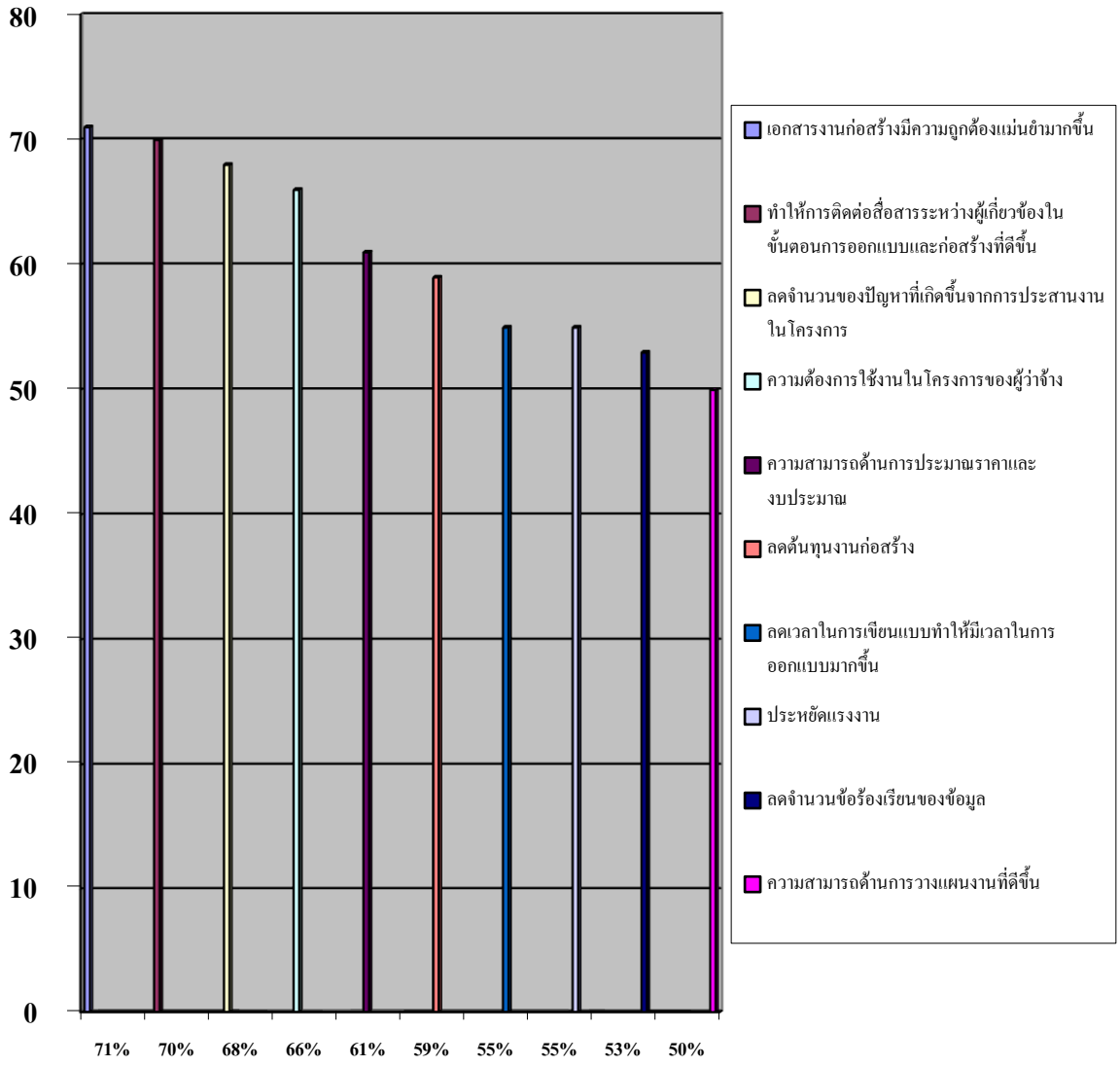
- ลดการดำเนินคดี (litigation) และการร้องเรียนเอาประกัน (insurance claims)

- ความสามารถในการปรับปรุงการดำเนินการออกแบบที่ยั่งยืนและการก่อสร้าง

- การปรับเปลี่ยนตัวแปรของการออกแบบ

- ปรับปรุงด้านการดำเนินงาน การบำรุงรักษา และการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวก

- ความสามารถในการปรับปรุงการผลิตชิ้นส่วนระบบดิจิตอล (MCRA, 2009: 42)



ภาพประกอบที่ 2.3 แสดงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจประยุกต์ใช้ BIM. ในอนาคต

ที่มา (MRCA, 2009: 42)

2.6 ซอฟต์แวร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี BIM

- **Autodesk Revit** เป็นโปรแกรมออกแบบสถาปัตยกรรม ด้วยเทคโนโลยีการโมเดลรายละเอียดอาคาร BIM (Building Information Modeling) ทำให้สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมาก่อสร้างหรือผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ สามารถนำข้อมูลรายละเอียดอาคารไปใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง ลดการทำงานซ้ำซ้อน ลดการทำงานขัดแย้งกัน ลดต้นทุนในการทำงานทั้งระบบ และขณะเดียวกันได้คุณภาพงานออกแบบที่ดีขึ้น โมเดลรายละเอียดอาคาร (BIM) นั้นโดยงานสถาปัตยกรรมนั้นเปรียบเสมือนงานต้นน้ำ ที่สถาปนิกเป็นผู้สร้างข้อมูลให้เลื่อนไหลให้ผู้ที่

เกี่ยวข้องกับการออกแบบ และก่อสร้างได้ใช้งานได้อย่างราบรื่น ไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างข้อมูลใหม่ซ้ำๆ กัน ทำให้เสียเวลา เปลืองต้นทุนการทำงาน และมีโอกาสผิดพลาดได้มาก ซึ่ง Autodesk Revit Architecture เป็นหนึ่งในตระกูล Autodesk ที่ทำงาน BIM ได้ครบวงจร (http://yimpaen.com/w_view.php?w=lame1&p_id=151)

- **Allplan Precast 2012**โซลูชั่นระบบ Precast elements สำหรับงานก่อสร้าง ซึ่งโปรแกรมออกแบบมาเพื่อรองรับการทำงานระบบ Precast ทั้งระบบ ตั้งแต่การเขียนแบบ และส่งข้อมูลไปยัง Robot เพื่อผลิตชิ้นงานแผ่น Precast โดยทั้งหมดเป็นการทำงานในแบบ 3มิติ เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างกันโดยอัตโนมัติด้วยระบบ Building Information Technology (BIM) สามารถสรุปปริมาณวัสดุต่างๆ ได้ทันที ทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความถูกต้อง สะดวก รวดเร็ว และที่สำคัญลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้หากเป็นการทำงานในระบบที่ไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลกัน Allplan Precast ออกแบบมาให้รองรับมาตรฐาน Files ต่างๆได้มากกว่า 50 ชนิด เช่น IFC, DWG, DXF, PDF, UNITECHNIK (for production plants), BVBS (for cutting and bending machines) เป็นต้น และยังสามารถเชื่อมโยงกับโปรแกรมระบบ ERPได้เช่นเดียวกัน (http://www.applicadthai.com/business/allplan-engineering#sthash.8iDkeqP5.dpuf)

- **ArchiCAD** ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาบนพื้นฐาน ของ เทคโนโลยี BIM (Building Information Modeling) เพื่อเพิ่มศักยภาพในทุกๆด้านของการออกแบบให้กับสถาปนิก โดยสามารถสร้างอาคาร 3 มิติ ในหลากหลายรูปฟอร์มได้โดยง่าย และครบถ้วนทุกองค์ประกอบในอาคาร และสามารถสร้าง Drawing ให้โดยอัตโนมัติ ทั้ง แปลน รูปด้าน รูปตัด และทุกมุมที่ต้องการ โดยหากมีการแก้ไข โปรแกรมจะทำการ อัพเดทข้อมูลให้โดยอัตโนมัติ และครบถ้วน ซึ่งทำให้ลดเวลาในการเขียนแบบไปได้มาก และทำงานที่ลดลงกว่าเดิมหลายเท่าตัว ยังสามารถสร้างภาพเสมือนจริง (Rendering) เพื่อนำเสนอผลงานในแบบมืออาชีพ ที่สำคัญงานออกแบบทั้งหมด จะมีข้อมูลของอาคาร ที่สามารถเรียกดู หรือสร้างรายงานสรุปปริมาณ หรือ BOQ ได้ ทั้งนี้เพื่อควบคุมมาตรฐาน รวมถึงเวลาที่ใช้ในการทำงานที่ลดลงกว่าเดิมหลายเท่าตัว ArchiCAD ได้รับความนิยมจากสถาปนิกทั่วโลก ทั้งใน ยุโรป อเมริกา และ ออสเตรเลีย รวมถึงประเทศไทย ทั้งบริษัทออกแบบ, รับเหมาก่อสร้าง, ตกแต่งภายใน, บริษัทรับสร้างบ้าน รวมถึงหน่วยงานราชการสำคัญต่างๆ ครอบคลุมถึงส่วนสถาบันการศึกษา ArchiCAD ได้เป็นหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอนทั้งในระดับปริญญาตรีและปริญญาโท เพื่ออนาคตของวงการออกแบบในประเทศไทย (http://www.applicadthai.com/business/archicad#sthash.LcjzBjT6.dpuf)

- **Tekla Structure** เป็นเครื่องมือระดับมืออาชีพสำหรับการทำงานร่วมกันในโครงการการก่อสร้าง เป็นโปรแกรมออกแบบทำงานในระบบ 3มิติ ทำให้เห็นงานทุกๆส่วนจาก Model

เป็นการจำลองการทำงานจริง วัสดุและเครื่องมือที่ใช้ทำงานมีคุณสมบัติเทียบเท่าของจริง โปรแกรมสามารถสร้าง Drawing เหมือน AutoCAD ให้อัตโนมัติไม่ต้องเสียเวลาในการเขียน เป็นซอฟต์แวร์ที่จะช่วยให้ผู้รับเหมาทั่วไปที่จะจัดการลดความเสี่ยงของค่าใช้จ่ายที่ไม่คาดคิดและสูญเสียเวลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการส่งมอบโครงการ ตั้งแต่การออกแบบไปจนถึงการจัดหาและติดตั้งข้อมูลทั้งหมดที่สำคัญที่จำเป็นสำหรับการส่งมอบโครงการสามารถฝังรูปแบบ Tekla นี้จะช่วยในการตอบสนองในเชิงรุกเพื่อเบี่ยงเบนและการจัดการโครงการในระบบอัจฉริยะภาพอินเตอร์เฟซ Tekla กับการจัดการก่อสร้างชั้นนำและซอฟต์แวร์การออกแบบเพื่อให้ข้อมูลแพลตฟอร์มที่คลอบคลุมการจัดการ ซอฟต์แวร์ Tekla BIM (แบบจำลองข้อมูลอาคาร) ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อส่งมอบทุกชนิดขององค์ประกอบคอนกรีตสำเร็จรูปในเวลาที่เหมาะสมไปยังสถานที่ที่เหมาะสมโดยการบูรณการ ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบและรายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตและจัดการโครงการ (ปวริศร์ ศิริพิพัฒกุล และ พฤฒิธรรม แก้ววิชิต, 2555, 2)

- **Tekla BIMsight** เป็นซอฟต์แวร์ฟรีเปิดตัวครั้งแรกในเดือนกุมภาพันธ์ปี 2011 เป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างข้อมูลแบบจำลองการทำงานร่วมกันในการก่อสร้างโครงการ มันสามารถนำรูปแบบจากการใช้งาน BIM อื่น ๆ ที่ใช้ระดับชั้นมูลฐานอุตสาหกรรม (ไอเอฟซี) รูปแบบยัง DWG และ DGN ด้วย Tekla BIMsight ผู้ใช้สามารถดำเนินการเชิงพื้นที่ประสานงาน (ปะทะกันหรือการตรวจสอบความขัดแย้ง) เพื่อหลีกเลี่ยงการออกแบบและปัญหา constructability และสื่อสารกับผู้อื่นในโครงการก่อสร้างของพวกเขาโดยรุ่นที่ใช้ร่วมกันและบันทึก มีวิดีโอการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้ใช้ที่ไม่มีพื้นฐานทางด้านเทคนิคสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซอฟต์แวร์สามารถแบ่งเป็นกลุ่ม – เช่นสถาปัตยกรรม โครงสร้างและ MEP – ทำให้ง่ายต่อการแยกแต่ละส่วนของโครงการเมื่อจำเป็น ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของหน้าจอได้ทั้งหมดและรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือกลุ่มรูปแบบ สามารถสลับเปิด / ปิด การควบคุมการแสดงผลยังสามารถลงไปถึงระดับวัตถุและผู้ใช้สามารถซูมในคานแต่ละผนังหรือคอลัมน์โดยการเลือกวัตถุจากรายการ Tekla BIMsight เป็นเครื่องมือที่มีการทำงานร่วมกันการก่อสร้างที่สามารถใช้ในสำนักงานหรือในสถานที่ก่อสร้างรุ่นเต็มรูปแบบที่ทำงานบนเครื่องพีซีและ Windows (http://aecmag.com/software-mainmenu-32/439-tekla-bimsight-12)

2.7 โครงการตัวอย่างที่มีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร BIM (Building Information Modeling)

2.7.1 โครงการตัวอย่างที่มีการประยุกต์ใช้ แบบจำลองข้อมูลอาคาร ใน สหรัฐอเมริกา

การประยุกต์ใช้งาน แบบจำลองข้อมูลอาคาร มักจะมีความแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงการ และการบริหารงานขององค์กร โดยสมาคมสถาปนิกของอเมริกา The American Institute of Architects (AIA) ได้มีการนำเสนอตัวอย่างโครงการที่ได้รับรางวัลจากการแข่งขันโครงการที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในระหว่างปี 2005 ถึงปี 2006 และมีโครงการที่ได้รับเลือกให้มีแนวทางในการประยุกต์ใช้ที่เหมาะสมและสามารถนำไปเป็นตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งหมด 4 โครงการ ดังนี้ (AIA, 2006: n. pag.)

1. โครงการ Denver Art Museum Frederic C. Hamilton Building

ภาพประกอบที่ 2.4 อาคาร Frederic C. Hamilton building ที่มา (http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Denver_Art_Museum_Frederic_C._Hamilton_building.jpg)

รายละเอียดโครงการ

- ที่ตั้ง เดนเวอร์, โคโลราโด, สหรัฐอเมริกา
- ขนาดอาคาร 146,000 ตารางฟุต
- โครงสร้าง โครงสร้างคอนกรีตหุ้มด้วยไทเทเนียม
- สถาปนิก aniel Libeskind
- วิศวกรโครงสร้าง Arup
- ผู้รับเหมา บริษัท MA Mortenson
- ปีที่สร้างเสร็จ 2006

ภาพประกอบที่ 2.5 ช่วงก่อสร้างอาคาร Frederic C. Hamilton building

ที่มา (http://en.wikipedia.org/wiki/Denver_Art_Museum)

รูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BIM. ดังต่อไปนี้

- ใช้ในการออกแบบด้วยแบบจำลอง 3 มิติและนำแบบดังกล่าวไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้าง

- ใช้วิเคราะห์โครงสร้างเหล็ก ทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) สำหรับขั้นตอนการก่อสร้าง ตรวจสอบความถูกต้องของแบบก่อสร้างสำหรับการผลิตชิ้นส่วนสำรวจและวางผังพื้นที่ก่อสร้าง

- ใช้คำนวณปริมาณโครงสร้างตอนกรีต ทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) และตรวจสอบแบบโครงสร้างและงานระบบประกอบอาคาร

- ใช้วิเคราะห์พื้นที่ในการติดตั้ง และสนับสนุนด้านการติดตั้งของงานระบบประกอบอาคาร

2. โครงการ Herbert C. Hoover Building

รายละเอียดโครงการ

- ที่ตั้ง วอชิงตันดีซี, สหรัฐอเมริกา
- สถาปนิก บริษัท GGA
- ปีที่สร้างเสร็จ 2020

ลักษณะโครงการ เป็นการบูรณะซ่อมแซมอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กขนาด 180,000 ตารางฟุต ในส่วนการปรับปรุงใหม่จะให้อาคารที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีสำนักงานที่ทันสมัยและประหยัดพลังงาน ประหยัดติดตั้งและการรักษาความปลอดภัยที่ดีขึ้น

ภาพประกอบที่ 2.6 อาคารเดิม Herbert C. Hoover Building

ที่มา (http://www.gga.com/projects/building_repositioning/hoover/index.html)

มีรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BIM. ดังต่อไปนี้

- จำลองอาคารหลังเดิมและลักษณะอาคารหลังใหม่ที่จะปรับปรุงเพิ่ม

- สนับสนุนการทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) แบบก่อสร้าง และเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของโครงการ

- ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบ เจ้าของงาน และตัวแทนที่เกี่ยวข้อง

- สนับสนุนมุมมองการเปลี่ยนแปลงประตูหน้าต่างที่มีจำนวนมาก

- คำนวณปริมาณงาน ประมาณราคาและพื้นที่ของแต่ละห้อง

3. โครงการ Merck Research Laboratories

ภาพประกอบที่ 2.7 อาคาร Merck Research Laboratories

ที่มา(http://www.architecturenewsplus.com/project-images/16066)

รายละเอียดโครงการ

- ที่ตั้ง Boston, MA, สหรัฐอเมริกา
- ขนาดอาคาร 615,000 ตารางฟุต
- โครงสร้าง โครงสร้างเล็ก
- สถาปนิก Daniel Libeskind
- ปีที่สร้างเสร็จ 2004
- ลักษณะโครงการ เป็นอาคารเพื่อการวิจัยและการประชุม

มีรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BIM. ดังต่อไปนี้

- สามารถใช้ข้อมูลการออกแบบในการสื่อสารระหว่างสถาปนิกและวิศวกรโดยสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลได้ตลอดเวลา

- สร้างมุมมองและรูปภาพตามความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

- สนับสนุนแบบก่อสร้างในทุกมุมมองตามความต้องการของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการ

- จำลองการติดตั้งเก้าอี้และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับห้องประชุมขนาดใหญ่ก่อนการก่อสร้าง เพื่อวิเคราะห์ลักษณะพื้นที่ใช้สอยและความสามารถในการก่อสร้าง

- ตรวจสอบความขัดแย้งระหว่างแบบก่อสร้าง

4. โครงการ Satterfield & Pontikes Corporate Headquarters

รายละเอียดโครงการ

- ที่ตั้ง ฮูสตัน, เท็กซัส, สหรัฐอเมริกา
- ขนาดอาคาร 65,000 ตารางฟุต
- โครงสร้าง คอนกรีตเสริมเหล็ก
- สถาปนิก Kirksey Architecture
- ผู้รับเหมา บริษัท Satterfield & Pontikes Construction, Inc.
- ปีที่สร้างเสร็จ 2006

ภาพประกอบที่ 2.8 อาคาร Satterfield & Pontikes Corporate Headquarters

ที่มา(http://admiralglass.net/project_gallery.htm)

มีรูปแบบการประยุกต์ใช้งาน BIM. ดังต่อไปนี้

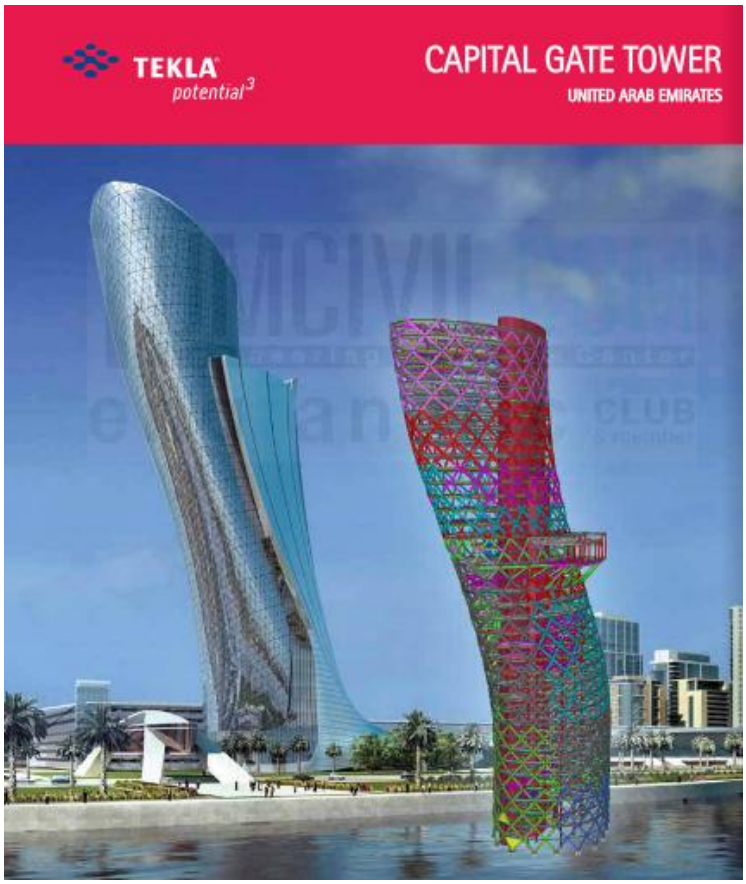
- สนับสนุนขั้นตอนการออกแบบ เช่น การแก้ไขเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของอาคาร รวมทั้งสนับสนุนการวิเคราะห์การใช้พลังงาน

- ช่วยในด้านการสื่อสารระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในแบบสถาปัตยกรรมแบบโครงสร้าง และแบบงานระบบประกอบอาคาร

- ผู้รับเหมาหลักใช้ประมาณราคาก่อสร้างและการวางแผนโครงการรวมทั้งส่งรายละเอียดชิ้นส่วนให้ผู้ผลิตสามารถนำไปดำเนินงานได้

2.7.2 โครงการตัวอย่างที่ใช้เทคโนโลยี Tekla Structure BIM

1. โครงการ Capital Gate Tower



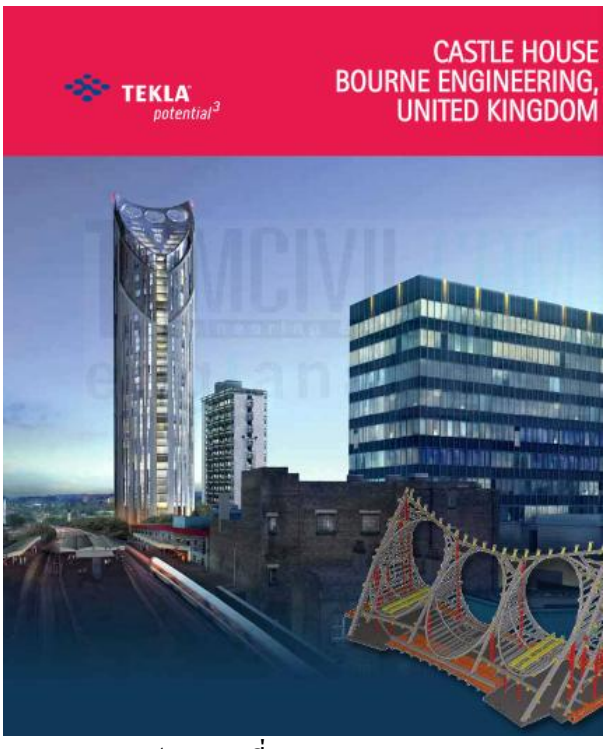
ภาพประกอบที่ 2.9 อาคาร Capital Gate Tower

ที่มา (http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=966&hit=1)

รายละเอียดโครงการ

- ประเภทอาคาร สำนักงาน, ศูนย์การค้าและโรงแรม
- ที่ตั้ง กรุงอาบูดาบี, สหรัฐอาหรับเอมิเรตส์
- ขนาดอาคาร 572,000 ตารางฟุต
- โครงสร้าง โครงสร้างเหล็ก
- สถาปนิก RMJM Dubai
- ผู้รับเหมา Al Habtoor Engineering Enterprises
- ปีที่สร้างเสร็จ 2011

2. โครงการ Castle House



ภาพประกอบที่ 2.10 อาคาร Castle House

ที่มา (http://www.tumcivil.com/engfanatic/article_gen.php?article_id=966&hit=1)

รายละเอียดโครงการ

- ประเภทอาคาร สำหรับอยู่อาศัย
- ที่ตั้ง London , England.
- ขนาดอาคาร 306,000 ตารางฟุต
- โครงสร้าง โครงสร้างเหล็ก
- สถาปนิก BFLS
- วิศวกร WSP - Structural, M&E Engineer, Acoustic Consultants and Fire Engineer
- ผู้รับเหมา Brookfield Construction
- ปีที่สร้างเสร็จ 2010

3. โครงการ Tokyo Sky Tree

ภาพประกอบที่ 2.11 อาคาร Tokyo Sky Tree

ที่มา (http://www.obayashi.co.jp/english/special/2010032622.html)

รายละเอียดโครงการ

- ประเภทอาคาร ร้านอาหารและหอคอยชมวิว
- ที่ตั้ง โตเกียว , ญี่ปุ่น
- ความสูงถึงชั้นบนสด 1,480 ฟุต
- โครงสร้าง โครงสร้างเหล็ก
- สถาปนิก Nikken Sekkei
- ผู้รับเหมา Obayashi Corp.
- ปีที่สร้างเสร็จ 2012

4. โครงการ wembley-stadium

ภาพประกอบที่ 2.12 สนามฟุตบอล wembley-stadium

ที่มา(http://www.innnews.co.th/images/news/2013/7/458386-01.jpg)

รายละเอียดโครงการ

- ประเภทอาคาร สนามฟุตบอล
- ที่ตั้ง London , England.
- ขนาดสนาม 105 × 68 เมตร (115 × 75 หลา)
- โครงสร้าง โครงสร้างเหล็ก
- ความจุ 90,000 (ฟุตบอล, รักบี้ลีก, รักบี้นานาชาติ)
  86,000 (อเมริกันฟุตบอล)
  75,000-90,000 ที่นั่ง และยืนอีก 15,000 ค(คอนเสิร์ต)
  68,400-72,000 (กรีฑา)
- สถาปนิก ฟอสเตอร์แอนด์พาร์ทเนอร์
- วิศวกร มอตต์ แมคโดนัลด์
- ผู้รับเหมา Brookfield Multiplex Construction
- ปีที่สร้างเสร็จ 2007

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองข้อมูลอาคาร ในโครงการตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถนำมาช่วยสนับสนุนทางด้านการออกแบบและการวิเคราะห์อาคาร เช่น โครงสร้าง พลังงาน การตรวจสอบความขัดแย้งของแบบก่อสร้าง การทำแบบขยายเพื่องานก่อสร้างจริง (Shop drawing) การคำนวณพื้นที่ ปริมาณ การทำงานร่วมกัน การวางแผนโครงการ การเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้าง การจำลองรูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ การจัดทำเอกสารและรายละเอียดแบบก่อสร้าง การสื่อสารระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และการสร้างรายละเอียดชิ้นส่วนสำหรับผู้ผลิตโดยโครงการตัวอย่างมีรูปแบบการใช้งานหลากหลาย และซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม และลักษณะการดำเนินงาน